FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

---

Jahrgang 1919

Mit zahlreichen Figuren im Text

STUTTGART 1919

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele)

21-86331. Nov.-9

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

QE1
.C3
1919

Inhalt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Seite

Beck, R.: Zur Erinnerung an Bruno Doss 257
Berek, M: Die astigmatischen Bildfehler der Polarisationsprismen 218. 247
— Ueber die Beseitigung der astigmatischen Bildfehler im Polarisationsmikroskop 275
Beutell, A.: Wachstumserscheinungen des Kupfers, Silbers und Goldes 14
Beutell, A. und P. Oberhoffer: Automatische Quecksilberluftpumpe für hohes Vakuum mit Auffangvorrichtung für die ausgepumpten Gase 369
Dietrich, W. O.: Ueber sog. Tabulaten des Jura und der Kreide, insbesondere die Gattung Acantharia Qu. 208
Dittler, E.: Zur analytischen Untersuchung von Mieser Wulfeniterzen 225
Ehringhaus, Arthur: Vorrichtung zur optischen Isolierung der Interferenzbilder sehr kleiner Kristalle unter dem Polarisationsmikroskop 155
— Wohlfeiler Platindraht-Ersatz zur Erzeugung von Flammenfärbungen 192
Eitel, Wilhelm: Ueber Entmischungs-Dispersoide in anisotropen Medien 173
— Ueber spaltultramikroskopische Vorrichtungen zur Untersuchung kristallisierter Medien 74
Fritzsche, Hellmut: Eine Fauna aus Schichten der Kreide-Tertiärgrenze in der argentinischen Cordillere des südlichen Mendoza 359
Glatzel, Emanuel: Ueber einen kristallinischen Normaldolomit von der Kneifelspitze bei Berchtesgaden in Bayern 289
Goetze, Margarete v.: Schiebungen im Jordanit 65
Groß, R.: Das Lauephotogramm des Eises 201
Harrassowitz, Hermann L. F.: Eocäne Schildkröten von Messel bei Darmstadt 147
Hentze, E.: Kohlendioxydgas im Woëvre-Ton 188
Jänecke, Ernst: Kurze Bemerkung zu dem Aufsatz von Herrn Erh. Vortisch über die Mischkristalle (K, Na)Cl in ternären Systemen 358
— Ueber das System Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid. Erwiderung 271

Seite

Johnsen, A.: Graphische Ableitung der beiden optischen Achsen trikliner Kristalle aus den Auslöschungsrichtungen von fünf Flächen 321
— Kristallographische Eigenschaften einer Verbindung $C_{11}H_9O_2N$ 33
— Nachtrag zu meinem Aufsatz: „Ueber die Funken und den Geruch beim Aneinanderschlagen von Mineralien“ 299
— Ueber die Funken und den Geruch beim Aneinanderschlagen von Mineralien 227
— Ueber Struktur und Symmetrie der Mineralien Anatas, Rutil, Zirkon und Xenotim 97
Keßler, Paul: Ueber Gerölle mit Eindrücken 300
Klüpfel, Walther: Zur Kenntnis der Stratigraphie und Paläogeographie des Amberger Kreidegebiets 307
Liesegang, Rafael Ed.: Ueber horizontal gebänderte Achate . . 184
Linstow, v.: Der Krater von Sall auf Oesel 326
Milch, L.: Ueber malchitische Spaltung und ihre Bedeutung für die Systematik diaschister Ganggesteine granitodioritischer Magmen 133
Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn. 32. R. Brauns: Einige bemerkenswerte Auswürflinge und Einschlüsse aus dem niederrheinischen Vulkangebiet . . . 1
Müller, F. P.: Notiz über die Randzone des Dolomitgebietes zwischen östlichem Teil des Luganer Sees und Val Colla im Tessin (Schweiz) 86
Niggli, P.: Die einfachen Gitterformen oder gleichwertigen Gitterkomplexe 38
Oppenheim, Paul: Ueber einige Korallen aus dem Eocän von Kosavin (Kroatien) 312
Ramann, E. und A. Spengel: Ein einfach lichtbrechendes Kalium-Aluminiumsulfat der Alunitgruppe 35
Richter, Rudolf: Zur Stratigraphie und Tektonik der Oesling-Eifel-Mulde. I. Ueber den Muldenabschnitt südlich der Schneifel 44
Rinne, F.: Lauediagramme des Benitoit 193
— Lauediagramme des Nephelin 129
— Zum Feinbau isomorpher Stoffe 161
Rose, H.: Beiträge zur Kenntnis des Atopits von Miguel Burnier, Minas Geraes, Brasilien 268
Schlagintweit, O.: Weichselia Mantelli im nordöstlichen Venezuela 315
Schlosser, Max: Ueber Tertiär und weißen Jura von Chelva in der Provinz Valencia 340
Schloßmacher, K.: Beitrag zur Kenntnis der Turmalingruppe 106
— Berichtigung 376
— Ein Verfahren zur Herrichtung von schiefrigen und lockeren Gesteinen zum Dünnschleifen 190
Sokol, R.: Ueber Kalksilikatgesteine in dem böhmischen Massiv. (Nachtrag) 29
Vortisch, Erh.: Die Mischkristalle (K, Na)Cl in ternären Systemen 293
Weber, Leonhard: Ueber besondere zentrale Schnitte der Schiebungsellipsoide von Kalkspat und Rutil 353
Wenzel, Alfred: Die Veränderung der Interferenzfarben in Kristallen im parallelstrahligen polarisierten Licht beim Drehen der Nicols 232
Wetzel, W.: Zur Stratigraphie der Jura-Ablagerungen von Popilani 122
Wichmann, Arthur: Ueber Geschiebe von Ardennengesteinen im niederländischen Diluvium 85

Seite

Bücherbesprechungen.

Beckenkamp, J. (in Würzburg): Leitfaden der Kristallographie 284
Doelter, C.: Handbuch der Mineralchemie 255. 319
Ficker, Gustav: Leitfaden der Mineralogie und Chemie für die vierte Klasse der Gymnasien und Realgymnasien 30
Fraas, E.: Führer durch die Naturaliensammlung zu Stuttgart. I. Die geognostische Sammlung Württembergs im Parterresaal, zugleich ein Leitfaden für die geologischen Verhältnisse und die Bewohner unseres Landes 349
Goldschmidt, V.: Atlas der Kristallformen 376
Groth, P.: Chemische Kristallographie. Fünfter Teil (Schluß). Aromatische Kohlenstoffverbindungen mit mehreren Benzolringen, heterozyklische Verbindungen 287
Heritsch, F.: Ueber Solenopora Dyb. 350
Keßler, Paul: Was geht der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen verloren? 159
Sachs, Arthur: Die Grundlinien der Mineralogie für Mineralogen, Geologen, Chemiker und Physiker 29

Miscellanea.

Professor Emil-Philippi-Stiftung 128. 352
v. Reinach-Preis für Paläontologie 160
Preis-Verteilung an Prof. Dr. P. Niggli seitens der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft in Leipzig 288
Preisausschreiben der Stromer v. Reichenbach-Stiftung 377

Personalia.

Armaschewski 288
Baumhauer, Heinrich . . . 224
Beck, Richard 320
Boeke, Hendrik Enno . . 32. 90
von dem Borne, Georg . . . 30
Broili, F. 320
Cloos, H. 128
Doß, Karl Bruno 288
Eötvös, Roland 128
Ewald, R. 288
Federow, E. v. 288
Groß, R. 32. 224
Harrassowitz 352
Kaiser, Erich 224
Keßler, Paul 128
Lang, R. 352
Pietzsch, Kurt 128
Schneiderhöhn, Hans . . . 288
Schuster, Matthäus 64
Siedentopf, H. 320
Uhlig, Johannes 32. 63

Berichtigungen 288

Sachregister

zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1919.

Die Original-Mitteilungen sind *kursiv* gedruckt.

Acantharia Qu., Jura und Kreideformation 208.
Achate, horizontal gebänderte 184.
Aëtosaurus-Gruppe 350.
Alkalihalogenide, Struktur 164.
Alkalisyenite, Laacher Seegebiet 5.
Alunitartiges Mineral. Solfatara, Neapel 36
Amberger Kreidegebiet, Stratigraphie und Paläogeographie 307.
Ammoniten, Malm, Chelva (Provinz Valencia) 347.
Anatas, Struktur und Symmetrie 97.
Aneinanderschlagen von Mineralien, Funken und Geruch 299.
Anisotrope Medien, Entmischungs-Dispersoide 173.
Anosteira, Eocän, Messel 148.
Apparate
automatische Quecksilberluftpumpe für hohes Vakuum 369
Dünnschliffpräparation schiefriger und lockerer Gesteine 190 288.
Schleifsplitterpräparation v. Schiefern u. lockeren Gesteinen 376.
Spaltultramikroskopische Vorrichtungen zur Untersuchung kristallisierter Medien 74.
Vorrichtung zur opt. Isolierung der Interferenzbilder sehr kleiner Kristalle unter dem Polarisationsmikroskop 155.
Ardennengesteine, Geschiebe im niederländischen Diluvium 85.
Argentinische Cordillere südl. Mendoza, Fauna der Kreide-Tertiärzone 359..
Aromatische Kohlenstoffverbindungen 287.
Arroyo de la Ventana, argentinische Cordillere, Schichtenfolge Kreide-Tertiär 364.
Asphalt, Dictyonema-Schiefer, Cambrium, Oesel 335.
Astigmatische Bildfehler
Beseitigung 218.
der Polarisationsprismen 218. 247. 275.
Atlas der Kristallformen (V. Goldschmidt). Bd. V Kainit-Margarosanit 376.
Atomnatur, Isomorphismus 161.
Atomstruktur, Mischkristalle 167.
Atopit, Miguel Burnier, Minas Geraes. Krist. 268.
Auffangvorrichtung für ausgepumpte Gase an automatischer Quecksilberluftpumpe 369.
Auslöschungsrichtungen von fünf Flächen zur graphischen Ableitung der beiden opt. Achsen trikliner Krist 321
Auswürflinge u. Einschlüsse aus dem niederrheinischen Vulkangebiet 1.
Automatische Quecksilberluftpumpe für hohes Vakuum 369
Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid 271.
Benitoit, Lauediagramm 193.
Berchtesgaden, Dolomit, Analysen 289.
Bildfehler, astigmatische, der Polarisationsprismen 218.
Bimammatusschichten, Chelva (Prov. Valencia) 348.
Binnental, Jordanit, Schiebung 65.
Bituminöse Schieferkohle, Messel b. Darmstadt 147.
Bournonit, Mies, Kärnten, Vork. 225.

Brasilien, Miguel Burnier, Atopitkristalle 268.
Brownatrium, Mischkristalle mit Chlornatrium, Struktur 166.
Cadmiumchlorid, Mischkristalle mit (K, Na) Cl 297.
Calcitreiche Auswürflinge, Rodderhöfen bei Ettringen im Laacher Seegebiet 4.
Calcitsyenit, Laacher Seegebiet 5.
Callovienfauna, Popilani 122.
Cambrium, Oesel, Dictyonemaschiefer 330.
Canerinitsyenit, Laacher Seegebiet 5
Carbonate, trigonale, Raumgitter 163
Carbon, Mamo, Gesteine 90.
Cardita Beaumonti, Kreide-Tertiärzone, argent. Cordillere 360.
Ceromya excentrica, Séquanien, Chelva (Prov. Valencia) 349.
Chabasit, Wassergehalt, Konstitution 319.
Chaetetes capilliformis u. polyporus, Jura 211.
Chaetetesarten der Kreide 212.
Chelva, Prov. Valencia, Tertiär und Weißjura 340.
Chlornatrium, Kristallstruktur 166.
Chloronatrokalit u. System Na Cl—KCl 173.
Cordillere, Argentinien, Kreide-Tertiärzone südl. Mendoza, Fauna 359
Cosmoceras, Jura, Popilani, Polen 126
Devon, Schneifel, Eifel 44.
Diaphragmenkappe zur Isolierung von Interferenzbilder 155.
Diaschistische Ganggesteine 133.
Dictyonema-Schiefer, Cambrium, Oesel 330.
Diluvium
Amberger Gegend 312.
baltische Ostseeprovinzen 259.
Niederlande, Geschiebe von Ardennengesteinen 85.
Dolomit, Kneifelspitze bei Berchtesgaden i. Bayern, Krist. u. Analyse 289.
Dolomitgebiet, Val Colla im Tessin u. östlichem Teil des Luganersees 86
Dünnschliffherstellung von schiefrigen und lockeren Gesteinen 190. 288.
Durbachite, Systematik 146.
Eifel
Auswürflinge u. Einschlüsse 1.
Devon, Stratigr. u. Tektonik 44.
Eindrücke in Geröllen 300.
Einschlüsse, niederrheinisches Vulkangebiet 1.
Eis, Lauephotogramm 201.
Eisenerze Lothringen 159.
Elsaß-Lothringen u. Saargebiet, Abtrennung u. Verluste 159.
Entmischungs-Dispersoide in anisotropen Medien 173.
Entmischungstemperatur 297.
Eocän
Kosavin (Kroatien), Korallen 312.
Schildkröten von Messel b. Darmstadt 147.
Erdbeben, ostbaltische 268.
Erdöl
Elsaß 159.
Oesel und Kurland, Vork. 336.
Erzlagerstätten
Eisenerze, Lothringen 159.
Wolframerze, sächs. Vogtland 268.
Wulfenit erze, Mies, Kärnten, Analysen 225.
Estlands Bodenschätze 339.
Feinbau isomorpher Stoffe 161.
Fibrolith, Eifel 2.
Finkenberg b. Bonn, Orthit, Vork. 11.
Flammenfärbungen, Platindrahtersatz 192.
Forellenstein, Volpersdorf, Schlesien 282.
Führer durch die geologische Sammlung Württembergs von E. Fraas 349.
Funken u. Geruch beim Aneinanderschlagen von Mineralien 227. 299.
Gaisit, Amberger Tripel 310.
Ganggesteine granitodioritischer Magmen 133.
Ganoidfische, Eocän, Messel b. Darmstadt 147.
Gasbestimmungsapparat 373.
Gasexplosion auf Oesel und Kraterbildung 330.
Geognostische Sammlung Württembergs, Führer von E. Fraas 349.
Gerölle mit Eindrücken 300.
Geruch u. Funken beim Aneinanderschlagen von Mineralien 227. 299
Gitterformen oder gleichwertige Gitterkomplexe 38.
Gold, Wachstumserscheinungen 14.
Granat, Eifel, Vork. in Auswürflingen 1.
Graphische Ableitung optischer Achsen trikliner Kristalle aus Auslöschungsrichtungen von fünf Flächen 321.

Grundlinien der Mineralogie für Mineralogen, Geologen, Chemiker u. Physiker 29.
Grünsandsteinmeer, Amberger Gegend 309.
Gryphaea mendozana, argentinische Cordillere, Kreide-Tertiärzone 363.
Härte
Funken und Geruch von Mineralien 227.
Hornstein 231.
Hessen, Messel b. Darmstadt, eocäne Schildkröten 147.
Heterocyklische Verbindungen 287.
Hontheim, Devon 52.
Horizontal gebänderte Achate 184.
Interferenzbilder, opt. Isolierung 155.
Interferenzfarbenveränderung in Kristallen im polarisierten Licht beim Drehen der Nicols 232.
Isomorphe Stoffe, Feinbau 161.
Jordanit, Schiebung 65.
Jura
Chelva, Prov. Valencia, Fauna 340.
Popilani, Polen 122.
Tabulaten, bes Gattung Acantharia Qu. 208.
Kärnten, Mies, Wulfenit, Analyse 225.
Kali, Oberelsaß 159.
Kalium-Aluminiumsulfat, Solfatara bei Neapel 35.
Kalkspat, Schiebungsellipsoid, zentraler Schnitt 353.
Kalkzeolithe, Konstitution 319.
Killtal, Klerfer Schichten 55.
Klerfer Schichten, Devon, Eifel 50.
Kneifelspitze, Bayern, kristallinischer Normaldolomit, Analyse 289.
Koblenz-Quarzit 56.
Kölljall, Oesel, Krater 329.
Kohlendioxydgas, Woëvre-Ton 188.
Kohlen, Saargebiet, Vorräte 159.
Kokskär, Gasquelle an der estländischen Küste 339.
Konglomerate mit Eindrücken, Lascemborn 307.
Korallen, Eocän, Kosavin (Kroatien) 312.
Kosavin (Kroatien), eocäne Korallen 312.
Krater Sall auf Oesel 326.
Kreide
Acantharia 208.
Amberg, Paläogeographie 307.
Chaetetesarten 212.
Tabulaten 208.
Venezuela, Weichselia Mantelli 316.
Kreide-Tertiärgrenze, argent. Cordillere südl. Mendoza, Fauna 359.
Kristalle
Interferenzfarbenveränderung beim Drehen der Nicols 232.
trikline, opt. Achsen, graphische Ableitung 321.
Kristallformen-Atlas (V. Goldschmidt), Bd. V Kainit-Margarosanit 376.
Kristallinischer Normaldolomit, Kneifelspitze bei Berchtesgaden in Bayern 289.
Kristallographie
chemische, von P. Groth, aromatische Kohlenstoffverb., heterocyklische Verbindungen 287.
Leitfaden von Beckenkamp 284.
Kristallographische Eigensch. einer Verbindung $C_{11}H_9O_2N$ 33.
Kristallultramikroskop 85.
Kroatien, Kosavin, eocäne Korallen 312.
Krokodile, Eocän, Messel b. Darmstadt 147.
Kupfer, Wachstumserscheinung 14.
Kupferkies, Rammelsberg, Gasentwicklung im Vakuum 375.
Kyller Kopf, Staurolithhauswürflinge 1.
Laacher Seegebiet, Auswurfling 5.
Lamprophyrische Spaltung 133.
Lanedıagramm
Benitoit 193.
Eis 201.
Nephelin 129.
Leitfaden der Mineralogie u. Chemie 30.
Lepidosteus Strausi, Eocän, Messel b. Darmstadt 147.
Leptonisches Feld 170.
Lignit, Tertiär, Chelva (Prov. Valencia) 349.
Lothringen, Eisenerze 159.
Luganersee, Dolomitgebiet 86.
Lyngsberg, Nosean, Vorkommen 8.
Maar, Sall auf Oesel 326.
Magmen, malchitische Spaltung 133.
Magnetkies, Gasentwicklung 375.
Malarguë-Mulde, argent. Cordillere, Kreide-Tertiärzone 363.
Malchite, basische Spaltungsprodukte granitischer Magmen 133.
Manganspat, Freiberg, Zersetzung 375.
Manno, Carbon 90
Mendoza, argent. Cordillere, Kreide-Tertiärzone 359.
Messel b. Darmstadt, eocäne Schildkröten 147.
Metallhebel 173.
Methan, Krater von Sall auf Oesel 338.

Mies, Kärnten, Wulfenit, Anal. 225.
Miguel Burnier, Minas Geraes, Atopitkristalle 268.
Minas Geraes, Miguel Burnier, Atopitkristalle 268.
Mineralchemie, Handbuch. II Bd. 255. 319
Mineralien, Anatas, Rutil, Zirkon u. Xenotim, Struktur u. Symmetrie 97.
Mineralogie für Mineralogen, Geologen, Chemiker und Physiker, Grundlinien 29.
Minetten, Systematik 146.
Mischkristalle
(K, Na) Cl in ternären Systemen 293. 358.
Struktur 166.
Monazit, Laacher See, Vork. 6.
Moosgold, Bildung 27.
Naphthavorkommen, Schmarden, Kurland 336.
Natriumchlorid—Kaliumchlorid, Mischkristalle 293. 358.
Nebelbildung, Entmischungsdispersoide 173.
Nekrologe
Boeke, H. E. 90.
Borne, Georg von dem 30.
Doß, Bruno 257.
Uhlig, Johannes 63.
Nephelin, Laugdiagramm 129.
Niederlande, Diluvium, Geschiebe von Ardennengesteinen 85.
Niedermendig, Zirkon, Brechungsexponenten 12.
Niederrheinisches Vulkangebiet, Auswürflinge u. Einschlüsse 1.
Normaldolomit, Kneifelspitze b. Berchtesgaden, Analyse 289.
Noseau
Laach, Vork. 7.
Lyngsberg bei Mehlem, Vork. 8.
Ochtins-See. Kiddemetz auf Oesel, Wasserversiekerung 329.
Oelschiefer, Cambrium, Oesel 330.
Oesel, Krater Sall 326.
Oesling-Eifel-Mulde, Stratigraphie u. Tektonik 44.
Oligocän, Hauptstörungsperiode, Amberger Gegend 311.
Optische Achsen trikliner Kristalle, graphische Ableitung aus den Auslöschungsrichtungen von fünf Flächen 321.
Orthit, Laacher Seegebiet, Vork. 7.
Paläogeographie, Amberger Kreidegebiet 307.
Paläozoicum, Luganer Seegebiet u. Val Colla 90.
Paso Loncoche, argent. Cordillere, Schichtenfolge 363.
Pegmatit, calcitreiche Auswürflinge, Laacher Seegebiet 5
Perisphinctes, Weißjura, Chelva (Prov. Valencia) 347.
Platindrahtersatz für Flammenfärbungen 192.
Plicatula-Arten, Kreide-Tertiärzone, argent. Cordillere 361.
Polarisationsmikroskop, astigmatische Bildfehler 247. 275.
Polarisationsprismen, astigmatische Bildfehler 219.
Polythalamenschichten, Kreide, Venezuela 318.
Popiani, Rußland, Juraablagerungen 122.
Propalaeotherium cf Rollinati, Eocän, Messel b. Darmstadt 147.
Pyrit, neolithische Pfahlbauten von Wangen bei Konstanz 299.
Pyrometamorphose in Auswürflingen, Eifel 1.
Quecksilberluftpumpe für hohes Vakuum 369.
Randzone, Dolomitgebiet zwischen östl. Luganersee u. Val Colla im Tessin 86.
Raumgruppe, Xenotim, Anatas, Rutil, Zirkon 97.
Rockeskyll, Eifel, Staurolith, Vork. in Auswürflingen 1.
Rodderhöfen, Laacher Seegebiet, Calcit-, Biotit- u. Apatit-Auswurflinge 4.
Rosenquarz, Dünnschliff 81.
Rußland, Popiani, Jura 122.
Rutil
Schiebungsellipsoid 356
Struktur u. Symmetrie 97.
Saargebiet, Verluste 159.
Sall, Oesel, Krater 326.
Sanidin, Kyller Kopf, Vork. in Auswürflingen 3.
San Jorge-Stufe, argent. Cordillere 368.
Sapphiringlas, Schliffpräparat 80.
Schiebungen, Jordanit 65.
Schiebungsellipsoide, Kalkspat und Rutil, bes. zentrale Schnitte 353.
Schiefrige Gesteine, Dünnschliffherstellung 191.
Schildkröten. Eocän, Messel b. Darmstadt 147.

Schleifsplitterpräparation v. Schiefern u. lockeren Gesteinen 190. 288. 376.
Schlesien, Volpersdorf, Forellenstein 282
Schmardeu, Kurland, Naphthavorkommen 336.
Schneifel, Devon 44.
Schwefelkies, Konstanz 299.
Schweiz
Bunnental, Jordanit, Schiebung 65.
St Gotthard, Turmalinkristalle 107.
Sedgwicki-Reineckia, Jura, Popilani 125.
Silber, Wachstumserscheinungen 14.
Silberglanz, künstlich 14
Smilotrochus eocaenicus, Eocän, Kosavin 313.
Solenopora, ob. Jura, Tschernawoda in der Dobrudscha 350.
Solfatara, Alunit-artiges Mineral 36.
Spaltultramikroskop. Vorrichtungen zur Untersuchung kristallisierter Medien 74.
Spanien, Chelva (Prov. Valencia). Tertiär u. Weißjura 340
Spirifer arduennensis, auriculatus, subcuspidatus, Devon, Eifel 57.
Staurolith, Kyller Kopf, Eifel, Vork. 1
St Gotthard, Turmalinkristalle 106.
Stratigraphie, Oesling-Eifel-Mulde 44.
Struktur en von Anatas, Rutil, Xenotim, Zirkon 105.
Südamerika, Venezuela, Weichselia Mantelli, unt. Kreide 316.
Sylvin mit nebelartigem Chlornatrium 183.
System (Ba, K, Na) Cl 271.
Tabulaten, Jura- u Kreideformation 208.
Tektonik, Oesling-Eifel-Mulde 44.
Telezentrischer Strahlengang 279.
Telluride, Gold, Silber, Kupfer 25.
Temperatur, wesentlicher Faktor der Isomorphie 169.
Ternäre Systeme, Mischkristalle von (K, Na) Cl 293. 358.
Tertiär
Amberger Gegend, Tektonik 311.
Chelva in der Provinz Valencia, Fauna 340.
Tertiär, Schildkröten, Eocän v. Messel b. Darmstadt 147.
Testudo, Eocän, Messel 147.
Ton, Woëvre, Kohlendioxydgas-haltig 188.
Trias, Luganer Seegebiet 87.
Trigonia, Kreide-Tertiärzone, argentinische Cordillere, mehrere Arten 362.
Trionychiden, Eocän, Messel 149.
Tropidoleptus carinatus, Devon, Schneifel 49.
Türkheim (Ober-Elsaß), Gerölle mit Eindrücken 301.
Turmalin
Minas Geraes, Interferenzfarben 242.
San Piero Elba, Brechung, spez. Gew. 120.
St. Gotthard, Krist 106.
Turmalingruppe, Beiträge, Krist. 106.
Ultramikronen 176.
Unterkoblenzschichten, Schneifel, Eifel 46.
Untersberg, Berchtesgaden, kristallinischer Normaldolomit 293.
Val Colla, Tessin, Randzone des Dolomitgebiets 86.
Valencia, Tertiär u. Weißjura von Chelva 340.
Venezuela, Weichselia Mantelli 316.
Wachstumserscheinungen, Kupfer, Silber, Gold 14.
Weichselia Mantelli, unt. Kreide, nordöstl. Venezuela 316.
Wiltzer Schiefer 58.
Woëvre-Ton, Kohlendioxydgas 188.
Wolframerze, Sächs. Vogtland 268.
Wulfenit, Mies, Kärten, Analyse 225.
Xenotim, Struktur und Symmetrie 104.
Yoldia-Tone, Diluvium, Oesel 338.
Zentrale Schnitte der Schiebungsellipsoide von Kalkspat u. Rutil 353.
Zirkon
Niedermendig, Brechungsexp. und Dichte 12.
Struktur u. Symmetrie 97.
Zoantharia tabulata, Kreide 214.

Register-Nachtrag

zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1917.

Diopsid, Synthese mit Zusatz von Tonerde und Eisenoxyd 294
Enstatit, Löslichkeit 301.
Gadolinit, Radiantal, Analyse 305
Gattungsnamen auf ites, Geschlecht 310.
Geschlecht der Gattungsnamen auf ites 310.
Nekrologe: Freen, August 310.
Phonolith, Stickstoffgehalt 308.
Pyroxengruppe, Synthese 290.
Radiantal, Gadolinit, Analyse 305.
Spinell, Löslichkeit 301.
Stickstoffgehalt, Phonolith 308.
Turmalin, Trachtstudien 273.
Wachstumschichten, Turmalin 277.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.

31. Einige bemerkenswerte Auswürflinge und Einschlüsse aus dem niederrheinischen Vulkangebiet.

Mit 1 Abbildung.

Von **R. Brauns.**

(Mit Unterstützung der Rhein. Gesellschaft für wissenschaftl. Forschung.)

1. Staurolith in Auswürflingen des Kyller Kopfes bei Rockeskyll in der Eifel. Die von W. Haarpt[1] beschriebenen Auswürflinge des Kyller Kopfes, insbesondere die kristallinen Schiefer, zeigen in ihrem ursprünglichen Mineralbestand und den mannigfaltigen Umwandlungen, die sie vorzugsweise durch Pyrometamorphose erlitten haben, große Ähnlichkeiten mit solchen aus dem Laacher Seegebiet, sie unterscheiden sich von ihnen dadurch, daß sie reicher an injizierter Glasmasse sind und stärker die Änderungen erlitten haben, die Haarpt als Ägirinisierung bezeichnet, die aber auch in kristallinen Schiefern und anderen Auswürflingen des Laacher Seegebietes nicht fehlen. Von den Mineralien, die in den kristallinen Schiefern des Laacher Seegebietes, am Dachsbusch, nicht gar so selten sind, fehlt in den von Haarpt beschriebenen der Staurolith, er dürfte deswegen am Kyller Kopf seltener sein, fehlt jedoch nicht völlig, wie mir Dünnschliffe von zwei Glimmerschiefer-Auswürflingen gelehrt haben.

Der eine Auswürfling (No. 362) enthält kleine Kristalle, u. a. einen scharfen Querschnitt von Staurolith, der, wie in manchen Dachsbusch-Auswürflingen[2], von einem Spinellkranz umgeben ist. Dazu roten Granat mit Einschlüssen von Magnetit, große und breite Säulen von Andalusit, die von Biotit und Eisenerz durchwachsen, am Rande und auf Rissen oft Auflösungserscheinungen zeigen und von Glasadern durchzogen sind. Biotit ist rings um Andalusit besonders angereichert, er ist aber hier ebensowenig wie in Laacher Auswürflingen[3] ein Verwitterungsprodukt von Andalusit,

[1] Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanst. für 1914. 177—252.

[2] R. Brauns, Die kristallinen Schiefer des Laacher Seegebietes etc. Stuttgart 1911. Taf. 5, 3.

[3] Ebenda Taf. 13, 4.

sondern zum größten Teil eine primäre Bildung und dann älter als Andalusit, z. T. eine Neubildung. Ausscheidung aus dem Glas in scharf idiomorphen Kristallen. Eine Umwandlung von Andalusit in Biotit, wie sie nach M. Waterkamp's Beschreibung in Andalusitglimmerschiefer aus dem Trachyttuff der Hölle bei Königswinter vorkommen soll [1], habe ich niemals beobachtet, wohl aber solche zu dichtem Muscovit [2], die aber einer vor der Pyrometamorphose liegenden Zeit angehört. Sillimanit ist als feinfaseriger Fibrolith reichlich vorhanden. Cordierit tritt in den glasreichen Partien zusammen mit korrodiertem Biotit auf und ist, wie in Laacher Auswürflingen [3], zweifellos aus diesem entstanden; er ist farblos, aber durch die Zwillingsbildung (Drillinge nach 110) mit aller Sicherheit zu bestimmen. Spinell tritt außer um Staurolith auch in den sillimanitreichen Teilen als Neubildung auf. Korund ist in vereinzelten kleinen Körnern vorhanden. Von Quarz sind nur einzelne stark korrodierte Körner wahrnehmbar. Dazu ist der Dünnschliff sehr reich an hellbraunem Glas, das z. T. bei der Auflösung von Quarz sich gebildet haben mag, zum größeren Teil aber injiziert ist. Auf Rissen ist es in die älteren Mineralien Granat und Andalusit eingedrungen und hat diese teilweise aufgelöst.

Ein zweiter Auswürfling (No. 413) enthält im Dünnschliff einen Querschnitt von Staurolith mit breitem Spinellkranz, roten Granat in vereinzelten Körnern, reichlich Andalusit mit Spinellsaum und von Spinell durchwachsen, Sillimanit in feinen Fasern und Faserbüscheln, besonders angereichert im Glas in der Nähe von teilweise aufgelöstem Quarz als Neubildung aus diesem und injiziertem Magma. Quarz bildet stark korrodierte Körner. Dazu tritt Biotit, Zirkon, Spinell, auch um und in Biotit, reichlich und in verhältnismäßig großen Kristallen, farbloser Cordierit und grobe Körner von Korund, die letzten drei Mineralien als Neubildungen. Glas ist wieder sehr reichlich vorhanden.

Hieraus ergibt sich, daß am Kyller Kopf in der Eifel die gleichen kristallinen Schiefer als Auswürflinge vorkommen wie im Laacher Seegebiet und daß auch die Umwandlungen, welche sie erlitten haben, im wesentlichen die gleichen sind. Andalusit, frisch, und durch Pyrometamorphose in Korund und Spinell umgewandelt, ist hier wie da häufig, ebenso Cordierit, dessen Entwicklung aus Biotit auch in den Kyller Auswürflingen zu verfolgen ist, wie auch Haardt bemerkt. Nach seinem Befund gehören cordieritführende Auswürflinge am Kyller Kopf zu den

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 42. 520.

[2] N. Jahrb. f. Min. etc. 1911. II. 2.

[3] R. Brauns, Die kristallinen Schiefer des Laacher Seegebietes etc. Taf. 15, 3.

Seltenheiten, er hat nur einen solchen gefunden. Nach meinen Beobachtungen ist er recht häufig, entgeht aber leicht der Beobachtung, weil er immer farblos ist, die Zwillingsverwachsungen lassen ihn am besten erkennen. Nur Disthen ist bisher in den Kyller Auswürflingen noch nicht nachgewiesen, dies mag Zufall sein, im Laacher Gebiet ist er auch selten. Wenn man die Zahl der Dünnschliffe beliebig vermehren könnte, würde man ihn wohl auch dort finden. Aus den gleichen Umwandlungen kann man schließen, daß auch die Vorgänge und Stoffe, welche sie bewirkt haben, die gleichen waren. Auch die Begleitgesteine sind die gleichen, namentlich kommt unter den Kyller Auswürflingen auch Noseansanidinit vor, den ich als ein Tiefengestein, Noseansyenit, auffasse. So kann ich für die Kyller Auswürflinge das wiederholen, was ich für die Laacher gesagt habe[1]: daß der Herd, aus dem jene alkalisyenitischen Auswürflinge stammen, auch eine Quelle war für die Energie und die Stoffe, welche die kristallinen Schiefer in Sanidinite umgewandelt haben. Eins fehlt jedoch den Kyller Auswürflingen fast ganz: die durch Pneumatolyse gebildeten Mineralien, an denen die Laacher alkalisyenitischen Auswürflinge so reich sind.

Am Kyller Kopf sind die Auswürflinge durch Eruption basaltischer Gesteine an die Oberfläche befördert worden, im Laacher Gebiet durch solche trachytischer Gesteine. Hieraus ist zu entnehmen, daß die alkalisyenitischen Auswürflinge, zu denen ich auch die Sanidinite rechne, soweit diese nicht von kristallinen Schiefern abstammen, zu dem Gestein, das sie an die Luft gefördert hat, in keiner genetischen Beziehung stehen, daß sie keine Konkretionen des trachytischen Magmas sind, wie immer wieder behauptet wird[2]. Für die Auswürflinge geht dies schon daraus hervor, daß ebensolche Bruchstücke als Einschlüsse in der Mayener Lava vorkommen, die lange vor den trachytischen Eruptionen hervorgebrochen ist: ein Laacher Trachyt aber ist in der Lava noch nicht gefunden worden. Hieraus geht hervor, daß die alkalisyenitischen Gesteine mit allem, was dazu gehört, in der Tiefe schon fertig gebildet vorhanden waren zu der Zeit, als die tephritischen Laven ausbrachen und lange bevor sie mit den trachytischen Massen ausgeworfen wurden. Daß sie zum Teil wenigstens noch älter sind als jene und älter als der tertiäre Säulenbasalt, beweist ein nachher (unter 5) zu erwähnender Einschluß aus dem Basalt vom Lyngsberg bei Mehlem.

2. Bruchstücke von Sanidin finden sich unter den Auswürflingen des Kyller Kopfes in großer Menge, sind überhaupt

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **34**. p. 171. 1912.

[2] M. Waterkamp, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **42**. p. 511. Dissertation Münster 1918.

auf den Feldern in der Umgegend von Rockeskyll, Hohenfels und Betteldorf verbreitet und sind früher in so großer Menge vorgekommen, daß sie gesammelt und in einer Porzellanfabrik in Trier zur Bereitung der Glasur verwendet worden sind. Als Einschluß führen sie nach Haardt Biotit, Magnetit, Apatit und Pyrrhit und stehen zu den Noseansanidiniten sehr wahrscheinlich in engster genetischer Beziehung. Über die Art dieser Beziehung ist nichts weiter bekannt. Ebensolcher Sanidin findet sich als Auswürfling im Gebiete der Leucitphonolithtuffe bei Ettringen, Rieden, Wehr und Weibern und, als fremder Einschluß, in dem basaltischen Tuff des Leilenkopfs, von wo ich ihn früher[1] beschrieben habe. Ich habe es damals als wahrscheinlich bezeichnet, daß der Sanidin in der Tiefe sich gebildet hat und die Kristalle aufgewachsen gewesen waren. Einen Anhaltspunkt für seine Genesis geben die Einschlüsse, vor allem der Pyrrhit, und Haardt hat sicher Recht, wenn er den Sanidin zum Noseansanidinit in engste genetische Beziehung bringt. Diesen betrachte ich als ein Tiefengestein, als Noseansyenit. Das Vorkommen von Sanidin erklärt sich aber ungezwungen, wenn man ihn als eine pegmatitische Bildung ansieht. Es wäre ein fast nur aus Alkalifeldspat bestehender Pegmatit entsprechend den zugehörigen Tiefengesteinen, die zum größten Teil aus Alkalifeldspat bestehen und Pyrrhit als einen fast nie fehlenden Nebengemengteil führen. In den Laacher Noseangesteinen ist neben Pyrrhit nicht selten auch Orthit vorhanden, in einem der Kyller Auswürflinge habe ich ihn ebenfalls aufgefunden, es wäre meines Wissens der erste Orthit aus der Eifel. Bei der großen Ähnlichkeit der beiderlei Auswürflinge war dies von vorneherein zu erwarten.

3. Calcitreiche Auswürflinge sind im Gebiete der Leucitphonolithtuffe an den Rodderhöfen bei Ettringen im Laacher Seegebiet recht häufig. Einen solchen großspätigen Calcitauswürfling aus dem Leucittuff, der reich war an Biotit, hat schon G. vom Rath kurz beschrieben[2]; er sagt von ihm: „Welcher Formation auch ursprünglich jener Kalk angehört haben mag, gewiß ist, daß derselbe sein jetziges Ansehen und vielleicht seine Kristallisation der vulkanischen Einwirkung verdankt.“ Mir liegen mehrere solcher Auswürflinge vor, von denen ich einige Herrn Dr. A. Hambloch in Andernach verdanke; in allen ist Calcit mit Biotit und Apatit derart verwachsen, daß die Annahme, er sei eine spätere Infiltration, völlig ausgeschlossen erscheint. In einem solchen habe ich 25,30 % CO_2 gefunden, entsprechend 57,54 % $CaCO_3$, andere sind noch weit reicher an Calcit, in einem ist der Calcit so groß entwickelt, daß er 4 cm Kantenlänge an der Polkante des Spaltungs-

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. 1909. I. 43.
[2] Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. **16** 78. 1864.

rhomboeders erreicht. Der Biotit bildet Kristalle, die einen Durchmesser von 8 mm erreichen und ebenso lang werden. Der Apatit ist wasserklar, in Nestern angehäuft und in kleinen Hohlräumen frei auskristallisiert; er durchwächst in gleicher Weise den Biotit wie den Calcit. Hierzu gesellt sich in geringer Menge wasserklarer monokliner Alkalifeldspat, der Calcit und Biotit umschließt und von Calcit umschlossen ist, bisweilen grauer Nosean, grüner Augit ganz vereinzelt, Magnetit und kleine scharfe Oktaeder von Pyrrhit. Dies ist die Mineralgesellschaft der alkalisyenitischen Tiefengesteine und die calcitreichen Auswürflinge betrachte ich als pegmatitische Bildungen. Da ist es nun bemerkenswert, daß auch die syenitischen Auswürflinge dieses Gebietes reich sind an Calcit, der nicht anders als magmatische Bildung angesehen werden kann, gleichaltrig mit Alkalifeldspat, die sich gegenseitig umschließen; ich nenne diese Auswürflinge Calcitsyenite. Ich begnüge mich hier mit diesem Hinweis, an anderer Stelle werde ich diese Gesteine ausführlicher behandeln, es sei nur darauf hingewiesen, daß ähnliche calcitreiche Gesteine Högbom aus dem Nephelinsyenitgebiet auf der Insel Alnö beschrieben hat und daß sie auch aus andern solchen Gebieten bekannt geworden sind (vgl. hierzu u. a. Quensel, dies. Centralbl. 1915. p. 201).

So gelingt es allmählich, in die Fülle der Gesteine, die in den Laacher Auswürflingen vorkommen, Ordnung zu bringen. Es sind alkalisyenitische Tiefengesteine mit Nephelinsyenit, Noseansyenit, Cancrinitsyenit und Calcitsyenit, basische Gesteine aller Art, die Essexiten nahestehen, Feldspat- und Calcit-Pegmatite, Ganggesteine, saurer quarzführender Bostonit, Tinguaite aller Art, Monchiquit und andere, dazu Ergußgesteine, basische tephritische und saure trachytische und phonolithische in großer Mannigfaltigkeit; dazu die Tiefengesteine in allen Graden pneumatolytisch verändert. Hierzu gesellt sich die ganze Schar der kristallinen Schiefer mit und ohne Andalusit, dieser sogar in einer älteren, hydrochemisch völlig umgewandelten und, häufiger, in einer jüngeren, frischen Generation, und alle diese durch Pyrometamorphose und Zufuhr von Alkalien in allen Stadien umgewandelt bis zu reinen Sanidingesteinen, Phyllite zu Cordierit-Fleckschiefern und glasreichen, schaumigen, bimsteinähnlichen Massen.

4. Wenn es somit bis zu einem gewissen Grade gelungen ist, Klarheit zu schaffen, so ist auch darauf zu achten, daß das einmal Erkannte nicht wieder verwischt wird. Aus diesem Grunde erlaube ich mir eine irrtümliche Angabe in der Abhandlung von M. Waterkamp (l. c. p. 544) richtigzustellen. Im Zusammenhang mit einem Monazitvorkommen aus dem Trachyttuff der Hölle bei Königswinter kommt sie auch auf den durch G. vom Rath gefundenen Monazit vom Laacher See zu sprechen und sagt, daß das

Sanidingestein, in dem der Monazitkristall auf Orthit aufgewachsen sich gefunden habe, als ein umkristallisierter kristalliner Schiefer zu betrachten sei, weil Rath Spinell darin angebe. Diese Auffassung des Gesteins ist nicht richtig. Nach G. vom Rath besteht das Gestein fast ausschließlich aus Sanidin mit kleinen spärlichen Magneteisenkörnchen und einem einzelnen Spinellkriställchen. Dieser Spinell ist der rote Spinell der damaligen Zeit (1871), der später (1886) von Hubbard als Azor-Pyrrhit bestimmt wurde, dieser aber gehört in die Mineralgesellschaft der alkalisyenitischen Tiefengesteine, so auch der Auswürfling, in dem Rath den Monazit aufgefunden hat. Herr Geheimrat Dr. G. Seligmann, in dessen Sammlung sich dieser Auswürfling befindet, bestätigt mir auf meine Anfrage das Gesagte. Ein zweiter derartiger Auswürfling mit einem Monazitkristall liegt mir vor und auch auf diesem sitzt in einem Hohlraum ein scharfes Oktaeder von Pyrrhit, während man mit der Lupe in dem vorwiegend aus Sanidin bestehenden Gestein noch mehr solcher Kristalle wahrnimmt. In kristallinen Schiefern und deren Abkömmlingen aber findet sich niemals Pyrrhit, ebensowenig wie sich in den alkalisyenitischen Tiefengesteinen Spinell findet.

Von dem als Granit angesprochenen Auswürfling verdanke ich Herrn Kollegen Busz einen Dünnschliff. Wenn dieser überhaupt ein Tiefengestein ist, würde ich ihn nach der Natur des Feldspats, der in meinem Dünnschliff ganz vorwiegend Mikroperthit ist, dem starken Zurücktreten von Quarz und Biotit, eher als Nordmarkit bestimmen. Er würde in der Gesellschaft der Alkali-Tiefengesteine aus dem Laacher Gebiet kein Fremdling sein. Aus diesem einen Auswürfling aus dem Siebengebirge aber zu folgern, daß alle die Umwandlungen, welche die kristallinen Schiefer im Laacher Seegebiet erlitten haben, durch Granit hervorgebracht seien, scheint mir doch sehr gewagt, um so mehr, als unter den Laacher Auswürflingen Granit fehlt. Es ist doch nicht zu bestreiten, daß alkalisyenitische Tiefengesteine in der gleichen Weise wirken können wie Granit, daß aber gewisse in Laacher Auswürflingen zu beobachtende Umwandlungen ohne sie nicht hervorgebracht werden könnten. — Nur dies eine sollte hier richtiggestellt werden.

5. Orthit und Albit angeblich aus dem Siebengebirge. Im Jahre 1874 hat G. vom Rath Orthit und Albit aus dem Siebengebirge beschrieben[1]; er hat die beiden Mineralien „in einem Trachyteinschluß des trachytischen Konglomerats vom Laugenberg unfern Heisterbach“ aufgefunden, das Stück aber nicht selbst gesammelt: „Ich fand das betreffende Handstück bei der Durchmusterung älterer Gesteinsstücke unserer Sammlung.“ Eine

[1] Poggend. Ann. Jubelband. 1874. p. 547—549.

ältere Etikette als die von der Hand G. vom Rath's liegt nicht dabei, auch keine Nummer oder ein sonstiger Hinweis auf seine Herkunft. Dies mahnt schon zur Vorsicht.

Der Orthit erinnert in seiner Ausbildung vollkommen an Laach, wie Rath bemerkt. Dem Albit wird, als in einem vulkanischen Gestein vorkommend, besondere Bedeutung zugeschrieben. Die aufgewachsenen bis 4 mm großen Kriställchen seien Zwillinge nach dem Albit- und Periklingesetz und so vortrefflich ausgebildet, daß sie am großen Goniometer gemessen werden konnten. Messungen werden jedoch nicht mitgeteilt, es wird darüber nur gesagt, daß die Resultate die in einer früheren Arbeit (Poggend. Ann. Erg.-Bd. V. 425) bereits hervorgehobene Tatsache bestätigen, daß der Albit schwankende Winkelwerte besitzt. Das spezifische Gewicht wurde zu 2,573 bestimmt. Die durch Schmelzen mit kohlensaurem Natrium ausgeführte Analyse ergab: 66,65 SiO_2, 20,15 Al_2O_3, 0,74 CaO, 12,46 Na_2O (aus dem Verlust), und hieraus wird geschlossen: „Diese Mischung erweist, daß hier in der Tat Albit vorliegt." Die Kriställchen sind nicht mehr vorhanden, offenbar zur Analyse verbraucht. Von dem Gestein wird nur gesagt, daß in einer schwärzlichgrauen Grundmasse Kristalle von weißem Plagioklas liegen.

Laspeyres[1] fügt dem nur hinzu, daß das Stück zum größten Teil aus Feldspaten, durchsetzt von kleinen bis großen und z. T. dicken Biotitlamellen, oft in größerer Anzahl als sonst in Sanidiniten, bestehe und rechnet es zu den unregelmäßig-körnigen Sanidinitbomben. Biotit hatte Rath in der Abhandlung gar nicht genannt, wohl aber auf der von ihm geschriebenen Etikette. Ein Dünnschliff wurde auch von Laspeyres nicht untersucht.

Ein solcher ergibt sofort, daß der Auswürfling reich ist an Nosean. Der vermeintliche Albit ist ein mikroperthitischer Kali-Natronfeldspat mit kleinem Winkel der optischen Achse (2E ca. 40°). Das spezifische Gewicht ist nahezu dasselbe, das ich an solchem Laacher Feldspat bestimmt hatte[2] 2,575—2,580. Für solche sind Winkelschwankungen infolge hypoparalleler Verwachsungen die Regel. Nach der chemischen Zusammensetzung würde der Kieselsäuregehalt für einen Albit zu gering sein, aber dem Laacher Alkalifeldspat entsprechen. G. vom Rath hat für einen solchen bestimmt[2]: 66,92 SiO_2, 19,86 Al_2O_3, 6,48 K_2O, 6,94 Na_2O, 0,07 Glühverlust; Sa. = 100,27 und für diesen das spez. Gew. zu 2,575 bestimmt, was mit den obigen Werten übereinstimmt. Hierzu tritt großblättriger Biotit, Orthit, Titanit, Zirkon, Apatit und Magnetit; dies ist der Mineralbestand des Laacher Noseansanidinits. Dazu tritt Glas, das auch in diesem

[1] Das Siebengebirge am Rhein. 1901. p. 359.
[2] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 35. 179. 177. 1912.

häufig ist durch teilweise Schmelzung- und Auflösung seiner Bestandteile.

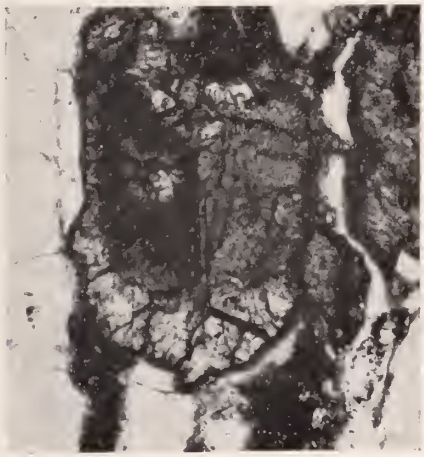
Nun wäre es wohl nicht ausgeschlossen, daß solche Gesteine auch im Siebengebirge unter den Auswürflingen vorkommen, aber bisher ist noch kein Auswürfling dort gefunden, der Nosean enthalten hätte; der von G. vom Rath untersuchte wäre bis heute der einzige geblieben, er hat ihn aber nicht selbst gesammelt und für seine Herkunft aus dem Siebengebirge fehlt jeder Beweis. So wird man gut tun, die Angaben über das Vorkommen von Orthit und Albit im Siebengebirge zu streichen oder sie wenigstens als bisher nicht weiter bestätigt zu betrachten; ich zweifle nicht daran, daß jenes Stück vom Laacher See stammt.

Daß sich jedoch körnige Noseangesteine in der Tiefe bis zum Siebengebirge hinziehen, beweist ein mir aus dem tertiären Säulenbasalt des dem Siebengebirge gegenüber auf der linken Rheinseite liegenden Lyngsberg bei Mehlem vorliegender Einschluß, der reichlich Nosean enthält und die Beschaffenheit der körnigen Laacher Noseangesteine hat. Er ist von Postdirektor a. D. Buerbaum an Ort und Stelle gesammelt worden, der einzige mir bisher aus dem tertiären Basalt bekannt gewordene noseanführende Einschluß. Er beweist nicht nur, daß körnige Noseangesteine in der Tiefe bis wenigstens zum linken Rheinufer vorhanden sind, sondern auch, daß solche älter sind als der tertiäre Säulenbasalt, während bisher nur gesagt werden konnte, daß sie älter sind als die altdiluviale Mayener Lava, in der solche Gesteine ebenfalls als Einschluß vorkommen. Hierin liegt die Bedeutung dieses noseanführenden Einschlusses im Basalt vom Lyngsberg.

6. Orthit in kristallinen Schiefern des Laacher Seegebietes. Außer in Auswürflingen von alkalisyenitischen Tiefengesteinen kommt Orthit im Laacher Seegebiet auch in kristallinen Schiefern vor, und zwar in solchen aus der Umgebung des Dachsbusch, der Fundstelle der mannigfaltigsten Gesteine dieser Art.

In diesen auf dem Querschnitt feinflaserigen Auswürflingen ist bald Quarz, bald Feldspat der vorherrschende Gemengteil, dazu tritt Biotit, Titanit, Epidot und Orthit, seltener Apatit; ausgeprägte Kristallisationsschieferung ist vorhanden. Der Quarz ist an der Grenze gegen Feldspat von feinem Glassaum umgeben und am Rande korrodiert, ein Anzeichen dafür, daß auch diese kristallinen Schiefer vorübergehend hoher Temperatur ausgesetzt waren. Der Feldspat ist meist trüber monokliner Kalifeldspat, ganz vereinzelt tritt auch ein Korn Kalknatronfeldspat auf. Der Biotit ist stark pleochroitisch, hellbräunlichgelb, wenn die Spaltrisse senkrecht zu der Schwingungsrichtung des Polarisators gerichtet sind, dunkelbraun bis schwarz in paralleler Lage. In Schnitten senkrecht zur Schichtung sind die Spaltrisse aller Biotit-

blättchen mit geringen Abweichungen einander parallel gerichtet. Titanit ist in nicht geringer Menge vorhanden und in Gegensatz zu den bisher genannten idiomorph; er ist grautrüb, die lange Diagonale seiner spitzwinkeligen Durchschnitte ist in allen gleich gerichtet und parallel den Biotitblättchen. Epidot bildet Körner und prismatische, nach b mehrere Millimeter lange Kriställchen, die auf den Schichtflächen oft dicht nebeneinander liegen; er wird mit zeisiggrüner Farbe durchsichtig und ist durch seinen kräftigen Pleochroismus und starke Doppelbrechung gut gekennzeichnet. Epidot war bisher aus Laacher Auswürflingen nicht



Orthit, Zwilling mit einspringendem Winkel, von Epidot umwachsen. In der Umgebung Quarz. Biotit und (rechts) Titanit. Mit Polarisator. Vergr. 100fach.
Auswürfling. Laacher See.

bekannt, ist aber in gewissen Gneisen recht häufig. Orthit tritt nur als Kern von Epidot auf, und zwar nur in ganz vereinzelten Durchschnitten; durch seine braune Farbe, seine sehr starken Absorptionsunterschiede hebt er sich deutlich vom Epidot ab. Wenn Orthit als einfacher Kristall ausgebildet ist, dann ist es auch der Epidot, wenn aber Orthit ein Zwilling ist, dann ist das gleiche auch beim umhüllenden Epidot der Fall, während ich am Epidot für sich keinmal Zwillingsbildung bemerkt habe. Die Ausbildung des Orthits hat also die des Epidots beeinflußt. Die in Epidot und Orthit sehr verschiedene Lage der Hauptschwingungsrichtungen zur äußeren Form und damit zur Zwillingsgrenze hat zur Folge, daß während in Querschnitten (annähernd // (010)) die Auslöschungslage der beiden Epidothälften

nur wenig voneinander abweicht und beide nahezu gleichzeitig auslöschen, die beiden Orthithälften nahezu das Maximum ihrer Helligkeit haben; ihre Auslöschungsschiefe gegen die Zwillingsgrenze, die zugleich mit dem Absorptionsmaximum zusammenfällt, beträgt beiderseits etwa 42^0 (c : c). Die Abgrenzung des Orthits gegen den Epidot ist recht scharf und gradlinig, die optische Orientierung im Querschnitt weist auf (100) und (h 0 l) als Umgrenzung, der Spur der letzteren Fläche ist die kleinste Elastizitätsachse nahezu parallel. Die Absorption im Orthit ist $c > b > a$. a hellbraun, c tiefbraunschwarz. Die Formenausbildung der eingewachsenen Orthitzwillinge ist insofern anders als die der aufgewachsenen, als bei dieser einspringende Winkel kaum vorhanden sind, hier aber die Endflächen einen solchen von etwa 84^0 bilden; die Endfläche könnte als m = (102) gedeutet werden, für die m : T = $42^0\ 19\frac{1}{2}'$ ist. Durch den umwachsenden Epidot ist der einspringende Winkel ausgefüllt, und zwar von mehreren unregelmäßig gelagerten Körnern, während am entgegengesetzten Ende und den beiden Seiten der Epidot symmetrisch mit Orthit verwachsen und wie dieser als Zwilling ausgebildet ist.

Außerdem ist mir Orthit bekannt geworden in einem Auswürfling aus dem Gebiete des Dachsbusch, der wesentlich aus körnigem, eisenreichem Diopsid besteht, ähnlich dem in früher von mir beschriebenen skapolithführenden Auswürflingen [1], hier jedoch nicht von Skapolith begleitet ist, im Dünnschliff außer Diopsid und Orthit nur Apatit wahrnehmen läßt. Der Orthit tritt hier in Körnern auf, die nesterweis angehäuft sind und durch ihren sehr kräftigen Pleochroismus gekennzeichnet sind. Über die ursprüngliche Stellung dieser Auswürflinge kann man nichts Bestimmtes aussagen, aber wahrscheinlich gehören sie auch der Zone der kristallinen Schiefer an.

Aus dem niederrheinischen Vulkangebiet ist Orthit demnach bekannt:

In der Eifel: in Auswürflingen von körnigem Noseansanidinit am Kyller Kopf.

Im Laacher Seegebiet: in Auswürflingen von alkalisyenitischen Tiefengesteinen (mit Nosean, Nephelin, Cancrinit) eingewachsen und als Drusenmineral aufgewachsen, hier wahrscheinlich als pneumatolytische Tiefenbildung [2].

In diesen nahestehenden Gesteinen, die sich besonders durch Gehalt an Sulfatskapolith auszeichnen [3].

In den oben beschriebenen epidotführenden kristallinen Schiefern.

In Diopsidgesteinen mit oder ohne Skapolith.

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 39. p. 91, 96. 1914.
[2] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 35. p. 185. 1912.
[3] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 39. 1914. No. 12, 13, 17.

Am Finkenberg bei Beuel soll nach Zirkel[1] Orthit in zirkonführenden Feldspateinschlüssen im Basalt, in granatreichen Einschlüssen[2] und in Angit-Titanitmassen vorkommen. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, in welchem Umfange diese Angaben zutreffen.

Mit der Frage nach der Natur der Auswürflinge, in denen Orthit vorkommt, und damit nach der Herkunft dieses Minerals hat sich schon G. vom Rath mehrfach beschäftigt. So sagt er an einer Stelle[3] in bezug auf den Laacher Orthit in Übereinstimmung mit früher von ihm geäußerter Ansicht: „Um das isolierte Auftreten eines sonst ausschließlich auf plutonische Gesteine beschränkten Minerals zu erklären, konnte man entweder annehmen, daß die Unterschiede zwischen den Erzeugnissen plutonischer und vulkanischer Mineralbildung nicht in der Schärfe bestehen, wie man oft ausgesprochen; oder man konnte die orthitführenden Auswürflinge Laachs für Bruchstücke älterer plutonischer Felsmassen halten, welche bei der Eruption nur verändert worden wären.“ Nachdem aber Rath in einem Auswürfling vom Vesuv Orthit gefunden hatte, sagt er über diesen: „Das Muttergestein des vesuvischen Orthits trägt ein so durchaus vulkanisches Gepräge, daß wir hier die für Laach statthafte Erklärung, die betreffenden Gesteine gehörten eigentlich dem Urgebirge an, nicht gelten lassen können.“ Dieser orthitführende Auswürfling war ein grobkörniges Aggregat von Sanidin, Sodalith, Nephelin, Hornblende, Melanit, Magneteisen und Zirkon, und man wird ihn wohl auch als ein durch Pneumatolyse verändertes alkalisyenitisches Tiefengestein aufzufassen haben. Nachdem Rath weiterhin in dem Auswürfling, der, wie er meinte, aus dem Siebengebirge stammte (siehe oben unter 5), Orthit gefunden hatte, sagt er: „Der Orthit, früher als ein ausschließliches Mineral der plutonischen Gesteine betrachtet, ist jetzt von drei Orten, Laacher See, Vesuv, Langenberg bei Heisterbach, in vulkanischen Gesteinen bekannt.“ Ich glaube, daß man diese

[1] Über Urausscheidungen in rhein. Basalten. Leipzig 1903. p. 131, 144, 169 (des 28. Bandes der Abhandl. der math.-phys. Klasse der Königl. Sächs. Ges. d. Wissensch. No. III).

[2] Bestätigt von Uhlig. Verhandl. des Naturhist. Vereins. 67. Jahrg. 1910. p. 398.

[3] Orthit vom Vesuv. Poggend. Ann. **138**. 492. 1869. Übrigens scheint Orthit in Vesuvauswürflingen eines der seltensten Mineralien zu sein. Nach Zambonini besaß das Museum in Neapel bis vor kurzem nur ein orthitführendes Stück und dieses stammte von G. vom Rath, A. Lacroix hat in Vesuvauswürflingen Orthit nur in Körnern gefunden, Rath Kristalle. Erst kürzlich hat Zambonini in den Drusen eines Sanidinitblocks noch zwei Orthitkristalle gefunden, die sich in ihren Winkelwerten mehr den Laacher Orthitkristallen nähern, als der von Rath gemessene Kristall vom Vesuv (Zambonini, Ref. Zeitschr. f. Krist. 1915. **55**. 307).

Gesteine doch nicht als eigentlich vulkanische bezeichnen darf, daß es vielmehr Tiefengesteine sind, die durch pneumatolytische Prozesse mehr oder weniger stark verändert, sodann durch vulkanische Eruptionen an die Oberfläche befördert worden sind, wobei sie z. T. nochmalige Änderungen in ihrer Beschaffenheit unter Bildung von Glas erlitten haben.

7. Die Brechungsexponenten des Zirkons aus der Basaltlava von Niedermendig.

Die in der Basaltlava (hauynführender Leucit-Nephelintephrit) von Niedermendig vorkommenden Zirkonkristalle sind meistens so trüb, daß sie zur Bestimmung von Brechungsexponenten ungeeignet sind; erst nach langem Suchen habe ich einen hierzu geeigneten klaren Kristall gefunden. Er stammt aus dem Tagebau Michels bei Niedermendig, ist 5 mm lang und sehr dünn, hell hyazinthfarbig. Außer von dem Prisma (110) und der Pyramide (111) begrenzt von einer steileren Pyramide und sehr schmalen Flächen einer achtseitigen Pyramide, wahrscheinlich (331) und (311); durch beginnende Auflösung waren die Flächen gerundet, nicht meßbar. Das hieraus bei Steeg & Reuter hergestellte Prisma war 1 mm dick, die polierten Flächen gaben scharfe einfache Reflexe.

Es wurde gemessen der brechende Winkel

$$\alpha = 32^0\,55'\,30''.$$

Das Minimum der Ablenkung in Natriumlicht für

$$\omega = 33^0\ 9'\,45''.$$
$$\varepsilon = 35^0\,28'\,00''.$$

Hieraus folgt für Na:

$$\omega = 1{,}9241, \qquad \varepsilon = 1{,}9833, \qquad \varepsilon - \omega = 0{,}0592.$$

Für Lithium- und Thalliumlicht waren die Signalbilder so schwach, daß das Fadenkreuz nicht zu sehen war; es wurden daher Rot- und Grünfilter von Dr. Steeg & Reuter benutzt, deren Wellenlänge dem Li-, bzw. Tl-Licht nahe liegen; dazu das wenig homogene Blaufilter. Hierfür wurde gefunden:

	ω	ε	$\varepsilon - \omega$
Rotfilter	1,9174 ± 0,0004	1,9770 ± 0,0008	0,0600
Grünfilter	1,9319 ± 0,0002	1,9914 ± 0,0002	0,0595
Blaufilter	1,9481 ± 0,0005	2,0097 ± 0,0006	0,0616

Das spez. Gew. wurde an einem Kristall von demselben Fundort zu 4,69 bestimmt.

Aus der neueren Zeit liegen nur äußerst wenig Bestimmungen von Brechungsexponenten des Zirkon vor, ich finde da nur die von S. Stevanović mitgeteilten[1] Messungen von Tornow an einem

[1] Zeitschr. f. Krist 37. 250. 1903.

Prisma vom spez. Gew. 4,654, dessen Fundort aber nicht mitgeteilt ist. Er hat gefunden:

				$\varepsilon - \omega$
Linie C (Wellenlänge 6563):	$\omega = 1{,}91778$	$\varepsilon = 1{,}97298$	0,05520
„ d („ 5616):	$= 1{,}93015$	$= 1{,}98320$	0,05305
„ F („ 4862):	$= 1{,}94279$	$= 1{,}99612$	0,05333

In diesem Zirkon ist die Doppelbrechung erheblich schwächer als in dem Niedermendiger, für Gelb der Wert von ω auffallend größer, während der von ε in beiden innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmt. Es wäre notwendig, einmal Zirkone der verschiedensten Vorkommen möglichst umfassend physikalisch und chemisch zu untersuchen, um der Ursache der großen Schwankungen in den physikalischen Eigenschaften auf die Spur zu kommen.

Über die Herkunft des Zirkons in der Basaltlava läßt sich nichts Bestimmtes angeben. Ich halte ihn für einen Rückstand von alkalisyenitischen Gesteinen, die in großer Tiefe von dem Magma aufgenommen und auf dem Wege bis zur Oberfläche aufgelöst worden sind. Der Zirkon als eines der am schwersten löslichen Mineralien ist (ebenso wie die großen Hauynkörner und Feldspatbruchstücke) vor der völligen Auflösung verschont geblieben, wenigstens in seinen größten Kristallen, während die kleineren oft stark korrodiert und manchmal soweit aufgelöst sind, daß nur kleine kantengerundete Scheibchen übriggeblieben sind.

8. Das Achsenverhältnis des Laacher Cancrinits hatte ich aus der Messung $h\,0\,\bar{h}\,1 : h\,\bar{h}\,0\,1 = 24^0\,28'$ zu a : c = 1 : 0,4052 berechnet[1], wobei ich $h\,0\,\bar{h}\,1$ als $10\bar{1}1$ angenommen hatte; ich hatte ferner gemessen $10\bar{1}1 : 10\bar{1}0 = 64^0\,47'\,30''$ (ber. $64^0\,55'\,34''$). In demselben Jahr (1912) ist der Anhang der vesuvischen Mineralogie von E. Zambonini und später (1915) ein ausführliches Autoreferat in der Zeitschrift für Kristallographie, **55**. 292—310 erschienen, auf das ich mich hier beziehe, da ich den Anhang noch nicht besitze. Hiernach ist zum erstenmal mit Sicherheit Cancrinit in Auswürflingen der Mte. Somma nachgewiesen worden. An einem von Prisma und Pyramide gleicher Stellung umgrenzten Kristall wurde gemessen: $10\bar{1}0 : h\,0\,\bar{h}\,1 = 64^0\,44'$ im Mittel und, indem diese Form als $(10\bar{1}4)$ angenommen wurde, berechnet a : c = 1 : 1,6350. Wenn jene Form aber als Fundamentalform angenommen wird, so ist a : c = 0,4088, gegen 0,4052 des Laacher Cancrinits oder gegen c = 0,4075 am Laacher Cancrinit, wenn c aus $10\bar{1}1 : 10\bar{1}0 = 64^0\,47\frac{1}{2}'$ berechnet wird. Es wurde ferner gemessen: $10\bar{1}4 : 1104 = 24^0\,38'$ im Mittel, gegen $24^0\,28'$ am Laacher Cancrinit. Hieraus ergibt sich eine Übereinstimmung zwischen dem Laacher und dem vesuvischen Cancrinit, wie sie

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **35**. 1912. p. 128.

größer kaum zu erwarten ist, da von jedem Vorkommen nur an je einem Kristall einige Winkel gemessen werden konnten.

Bei aller Ähnlichkeit zwischen den Auswürflingen des Vesuvs und des Laacher Seegebietes in bezug auf Herkunft und Mineralbestand besteht der eine große Unterschied, daß am Vesuv viele mit Kalkstein in genetischer Beziehung stehende Mineralien wie Wollastonit, Vesuvian u. a. vorkommen, die im Laacher Gebiet völlig fehlen. So ist auch der Cancrinit am Vesuv ebenfalls in einem Kalkblock zusammen mit Vesuvian und hellgrünem Glimmer gefunden worden, während er bei Laach als Bestandteil von Cancrinitsyenit vorkommt, hier aber oft vergesellschaftet mit Calcit, der, wie Cancrinit, eine primäre Tiefenbildung des alkalisyenitischen Magmas ist (l. c. p. 202).

Bonn, im Oktober 1918.

Wachstumserscheinungen des Kupfers, Silbers und Goldes.

Von **A. Beutell** in Breslau.

Mit 8 Textfiguren.

Bei früheren Untersuchungen des Verf.'s (Centralbl. f. Min. etc. 1916. p. 471. Fig. 11) hatte sich durch Einwirkung von Schwefeldampf auf Silberblech eine Kristallkruste von Silbersulfid gebildet, deren Umrisse mit der ursprünglichen Form des Blechs nichts mehr gemein hatten. Im festen Aggregatzustande hatten die Silberteilchen beträchtliche Wanderungen vollführt. Bei der Wichtigkeit, welche solche Vorgänge auf Erzgängen besitzen können, wurden die Versuche weiter verfolgt. Da sich herausstellte, daß unter Anwendung eines Schwefelüberschusses die anfangs gebildeten, prächtigen Silberglanzkristalle ihre Kristallgestalt verloren und rundliche Formen annahmen, kam in der Folge stets mehr Silber zur Anwendung, als der Formel SAg_2 entsprach. Bei dem ersten so durchgeführten Versuch wurden 0,0800 g Schwefel und 0,6035 g Silberblech in einem zugeschmolzenen, luftleeren Glasröhrchen erhitzt, wobei 0,6183 g Silbersulfid entstanden; 0,0652 g metallischen Silbers waren unverändert übriggeblieben. Um im ganzen Rohr eine gleichmäßige Erwärmung zu erzielen, wurde dasselbe in Silberblech eingewickelt, welches durch seine gute Wärmeleitung kleine Ungleichheiten der Ofentemperatur ausglich. Der Übelstand, daß sich bei tagelangem Erhitzen die äußere Glaswand durch Lösen von Silberspuren gelblich bis bräunlich färbte, mußte in Kauf genommen werden; falls die Präparate zur Festlegung der Versuchsergebnisse photographiert werden mußten, wurden sie in neue Röhrchen überführt.

Zur Messung der Ofentemperatur diente ein Thermoelement aus Platin-Platinrhodium mit angeschlossenem Voltmeter. Die Sättigung des Silbers mit Schwefel war daran zu erkennen, daß beim Herausnehmen des noch heißen Rohrs aus dem Ofen keine braunen Schwefeldämpfe mehr sichtbar waren. Nach 24stündigem Erhitzen bei 435° war die Reaktion abgeschlossen; das ganze Blech war mit einer schwarzgrauen, kristallinen Schicht von $S Ag_2$ bedeckt, welche an einem Ende deutliche Würfelchen erkennen ließ. Abgerundete, traubige Formen, wie sie bei Anwendung eines Schwefelüberschusses auftreten, waren hier nicht entstanden.

Überraschend waren jedoch bei dieser Versuchsanordnung kleine warzenförmige Auswüchse von gediegenem Silber, welche aus dem dunklen Sulfid herausragten und nach nochmaligem 24stündigem Erhitzen bei 435° beträchtlich zugenommen hatten. Die Entstehung solchen „Moossilbers" war sehr auffallend, weil sie bisher nur bei der Reduktion von Silberverbindungen mit Wasserstoff oder anderen reduzierenden Gasen und Dämpfen beobachtet worden war. Zur Klärung der in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Versuche tragen die bereits veröffentlichten Angaben nicht wesentlich bei, und daher wird die ziemlich umfangreiche Literatur erst in einer zweiten Mitteilung, welche die Theorie des Wachstums behandeln wird, verwertet werden.

Bei dem oben beschriebenen Versuch konnten die Silberauswüchse sowohl aus dem überschüssigen Silber, als aus dem Silbersulfid stammen oder endlich durch die Wechselwirkung beider entstanden sein.

Um hierüber Klarheit zu schaffen, wurden die folgenden Parallelversuche angestellt.

Drei ganz gleiche Röhrchen, von denen das erste ein Stückchen Silberblech, das zweite etwas künstliches $S Ag_2$, und das dritte außer Silberblech auch künstliches Silbersulfid enthielt, wurden gleichzeitig ausgepumpt und zugeschmolzen, sobald das an der Quecksilberpumpe befindliche Geislerrohr rein grünes Kathodenlicht gab; hierdurch wurde erreicht, daß in allen drei Röhrchen derselbe Grad von Luftverdünnung vorhanden war. Sodann wurden sie zusammen im elektrischen Röhrenofen zunächst auf 450° und später auf 585° erhitzt. Bei Temperaturen über 450° C wurden Kaliglasröhrchen verwandt, zu welchem Zwecke die Pumpe neben dem gewöhnlichen Anschmelzrohr aus Natronglas ein solches aus Kaliglas besaß.

A. Erhitzen von Silberblech.

Trotz 8tägigen Erhitzens im Vakuum auf 450° und daran anschließenden 3tägigen auf 585° zeigt das Silberblech keine Auswüchse, woraus zu schließen ist, daß die Silberhärchen nicht auf Sublimation im hohen Vakuum zurückgeführt werden können. Das

grob kristalline Gefüge, welches das vorher spiegelnde Silberblech nach dem Erhitzen besitzt, weist auf Umlagerung der Silberteilchen hin. Zur völligen Sicherheit ist dasselbe Rohr später noch öfters erhitzt worden, wenn Platz im Ofen zur Verfügung stand, ohne daß Silberauswüchse aufgetreten wären.

B. Erhitzen von SAg_2.

Nach 4tägigem ununterbrochenem Erhitzen auf 450° zeigt das künstliche Silbersulfid keine sichtbare Veränderung; nach weiteren 4 Tagen sind jedoch einige ganz kurze, äußerst feine Silberhärchen sichtbar. Trotzdem der Versuch noch 3 Tage bei 585° fortgesetzt wurde, im ganzen also 11 Tage gedauert hatte, trat eine Vermehrung der Silberauswüchse nicht ein. Im Vergleich mit dem bereits beschriebenen Versuch, welcher mit einem unvollständig geschwefeltem Silberblech angestellt worden war, sind die Auswüchse äußerst gering. Diese minimale Silberbildung konnte davon herrühren, daß der Partialdruck des Schwefels bei der Versuchstemperatur bereits eine meßbare Höhe erreichte, und daß eine dem Schwefeldampf äquivalente Menge von Silber frei wurde, die in der Form von winzigen Härchen aus der Oberfläche herauswuchsen. In einem gleichmäßig erhitzten Röhrchen kann das Silberwachstum naturgemäß nicht fortschreiten, weil nach Einstellung des Gleichgewichts weder neuer Schwefeldampf noch neues Silber frei wird. Die kräftigen Silberauswüchse, welche bei Silbersulfid entstanden waren, welches noch größere Mengen metallischen Silbers enthielt, lassen sich auf diese Weise nicht erklären.

Anschließend hieran wurde ein Versuch in einem 15 cm langen Rohr angestellt, welches nur an einem Ende erhitzt wurde, während das andere aus dem Ofen herausragte. Bei dieser Anordnung wurde der entstandene Schwefeldampf im kalten Ende fortlaufend kondensiert, so daß immer neue Mengen von Schwefel und Silber frei werden konnten. Bei 500° C waren in 17 Tagen aus 0,7360 g Silbersulfid nur 0,0004 g Schwefel abdestilliert, denen 0,0027 g freies Silber entsprachen. Trotz ständiger Kondensation der Schwefeldämpfe hatte sich nur eine winzige Menge von Haarsilber gebildet. Die völlige Zersetzung des Silbersulfids im Vakuum würde bei 500° C 11 Jahre erfordern.

Die Tatsache, daß hier im Vakuum neben freiem Schwefel metallisches Silber bestehen kann, ohne sich anzufärben, steht in gewissem Widerspruch zu der früheren Beobachtung des Verfassers, daß Silberblech ein äußerst empfindliches Reagens für Spuren freien Schwefels darstellt (Centralbl. f. Min. etc. 1913, p. 758—767). Daß die hohe Temperatur allein für dieses abweichende Verhalten nicht ausschlaggebend sein kann, geht daraus hervor, daß sich Silberblech durch Erhitzen mit überschüssigem Schwefel restlos in Sulfid

verwandelt, und zwar um so rascher, je höher die Temperatur ist. Da jedoch der Schwefel hierbei in Dampfform reagiert, wobei seine Konzentration und somit auch seine chemische Wirksamkeit dem Druck proportional zunimmt, so müssen zur Erklärung die Druckverhältnisse herangezogen werden. Stellt man Silbersulfid aus Schwefel und Silberblech in einem geschlossenen Röhrchen dar, so beträgt der Dampfdruck des Schwefels bei 500° C bereits über 2 Atmosphären, während bei der Dissoziation des Silbersulfides nur der äußerst geringe, kaum meßbare Partialdruck des Schwefels wirksam ist. Um experimentelle Anhaltspunkte hierüber zu gewinnen, und um gleichzeitig darüber ins klare zu kommen, ob etwa der Energiegehalt des Silberblechs und des Haarsilbers ein so verschiedener ist, daß er die Reaktion mit Schwefel merklich beeinflußt, wurden folgende Versuche durchgeführt:

Ein geschwefeltes 7 cm langes Silberblech, an dem bereits durch mehrtägiges Erhitzen ein Silberbart entstanden war, wurde in ein 25 cm langes Rohr gebracht, welches am entgegengesetzten Ende ein Stückchen, durch eine Einschnürung festgehaltenen Schwefels enthielt. Nach dem Auspumpen wurde das Rohr so in den Ofen gesteckt, daß der Schwefel weit herausragte, während das Silbersulfid mit dem daran sitzenden Haarsilber auf 450° erhitzt wurde. Gleichzeitig wurden zwei ebensolche Rohre in den Ofen gelegt, welche kein Sulfid, sondern außer etwas Schwefel (auch hier außerhalb des Ofens) nur Silberblech beziehentlich etwas Haarsilber führten. Nach 48stündigem Erhitzen zeigte keiner der drei Versuche eine Anfärbung; die Silberauswüchse des ersten Rohrs hatten sich durch das 48stündige Erhitzen beträchtlich vermehrt. Ein vierter, bei Zimmertemperatur angesetzter Parallelversuch, bei welchem Silberblech und Haarsilber gleichzeitig der Einwirkung von Schwefeldampf ausgesetzt wurden, ergab schon nach 2 Stunden deutliche Anfärbung des Silbers infolge von Sulfidbildung. Bei 450° und unter niedrigem Dampfdruck reagieren Schwefel und Silber nicht miteinander, während, unter sonst gleichen Verhältnissen bei Zimmertemperatur lebhafte Einwirkung eintritt; ein Unterschied zwischen Silberblech und Haarsilber machte sich nicht bemerkbar.

Um zu verhüten, daß sich bei Zimmertemperatur das Silber nachträglich schwärzt, wurden die Rohre nach dem Herausnehmen aus dem Ofen an der Zuschmelzungsstelle geöffnet und so aufbewahrt; auch nach Wochen zeigte sich keinerlei Veränderung am Silber.

C. Erhitzen von künstlichem Silbersulfid und Silberblech.

Die Versuche, kräftiges Ag-Wachstum durch Erhitzen von Silberblech oder Schwefelsilber für sich allein zu erzielen, mußten somit als aussichtslos betrachtet werden, und so blieb nur noch

die Möglichkeit übrig, daß die Berührung zwischen Sulfid und Silber hierzu erforderlich sei:

Diese Anordnung war von überraschender Wirkung; zwischen Sulfid und Metall trat eine kräftige Wechselwirkung ein (450° C).

Schon nach 24 Stunden hatten sich kräftige Draht- und zahnförmige Silberauswüchse gebildet, und in das Silberblech war ein Loch gefressen, aus welchem das Sulfidstückchen herausragte. Zwischen dem Rand des Loches und dem Sulfid hatten sich an einigen Stellen strangförmige Verbindungen aus metallischem Silber hergestellt. Nach drei Tage andauerndem weiteren Erhitzen bei 450° C war das Silberblech, welches anfangs allseitig über das Sulfid herausragte, bis auf einen kleinen Rest verschwunden, doch hatte sich dafür ein prächtiger Silberbart gebildet.

Fig. 1 führt einen ähnlichen Versuch in einem früheren Stadium vor Augen. Die Umrisse des fast weiß erscheinenden Silberblechs sind noch deutlich zu erkennen, doch ragt in beträchtlicher Ausdehnung das dunkler gefärbte Sulfid aus demselben heraus. Das Loch ist dadurch entstanden, daß die Silberteilchen in das Sulfid hineingewandert sind, wobei sich das Blech stark gekrümmt hat. Bemerkenswert ist das Fehlen der Silberauswüchse an dem unteren Ende. Es stellte sich heraus, daß die äußere Silberumwicklung des Versuchsröhrchens an dem Bartende offen, am anderen jedoch zugequetscht gewesen war, und da an der offenen Seite der Silberumhüllung eine etwas niedrigere Temperatur zu vermuten war, so lag es nahe, die einseitig gerichtete Abwanderung des Silbers dem geringen Temperaturgefälle zuzuschreiben. Versuche, die deshalb absichtlich mit ungleichmäßig erhitzten Röhrchen durchgeführt wurden, bestätigen diese Annahme. Daß tatsächlich das metallische Silber vom heißeren nach dem kühleren Ende wandert, wird durch die folgenden Versuche bestätigt. Ein oberflächlich mit Sulfid überzogenes Silberblech wurde im Ofen erhitzt, doch nur das in der heißesten Zone des Ofens befindliche Rohrende außen mit Silberblech umwickelt. Es entstand in drei Tagen in dem kühleren Ende ein über 2 cm langer Silberbart, während in der Mitte nur minimale Auswüchse auftraten. Jetzt wurde das Rohr umgekehrt in den Ofen gesteckt und wieder unter genau denselben Bedingungen erhitzt. Es bildete sich neues Silberhaar am andern Ende, doch war nach 4 Tagen der ursprüngliche Silberbart völlig verschwunden. Fig. 2 zeigt den Versuch nach der Resorption des zuerst erzeugten Silberbartes. Am unteren Ende, an dem die fast schwarze, glitzernde Sulfidkruste sitzt, hatten sich die Auswüchse beim ersten Erhitzen gebildet, doch sind sie in dem dargestellten Zustand des Röhrchens völlig verschwunden. Um die in der Figur sichtbaren Silberfäden zu

erzeugen, mußten die Silbermoleküle die $3\frac{1}{2}$ cm lange Sulfidlamelle durchwandern.

Durch rechtzeitiges Unterbrechen, d. h. ehe die ursprünglichen Auswüchse gänzlich abgewandert waren, wurde ein Präparat erzielt, das an beiden Enden Haarsilber aufwies. Die Abwanderung geht von den am Sulfid anliegenden Silberteilchen aus und erleidet keine

Fig. 1. Schwefelsilber mit Silber (nat. Gr.).

Fig. 2. Resorbierter Silberbart (nat. Gr.).

Unterbrechung, weil sich allmählich der ganze Silberbart an das Schwefelsilber heranschiebt.

Der folgende Versuch, der mit einem massiven, kugelförmigen Silberkorn von 5 mm Durchmesser angestellt wurde, bestärkt diese Auffassung. Die Silberkugel wurde zunächst im evakuierten Rohr mit etwas Schwefel bei 450° erhitzt, wobei sie sich mit einer Kruste von Sulfid überzog. Beim Erhitzen im evakuierten Röhrchen zusammen mit einem beigefügten kleinen Silberblech bildeten sich Auswüchse von Silber, die zunächst sehr langsam wuchsen, weil in dem gut leitenden Silberkorn das Temperaturgefälle fast ganz fehlte, welches das Wachstum fördert. Erst wenn die Silber-

auswüchse etwas größer geworden sind, wobei sie als Kühler wirken, schreitet das Wachstum schneller vorwärts. Dort, wo die Silberkugel beim Schwefeln das Glas berührte und daher nur eine verhältnismäßig dünne Sulfidschicht besaß, war ein Loch entstanden. Die vorher massive Kugel hat sich in eine Hohlkugel verwandelt, deren Wand fast ausschließlich aus Silbersulfid besteht. Der metallische Silberkern ist abgewandert, wobei sich die zentralen Teile an die Sulfidrinde herangeschoben haben.

D. Erhitzen von natürlichem Silberglanz und Silber.

Da bisher ausschließlich mit künstlichem Silbersulfid experimentiert worden war, blieb noch festzustellen, ob sich der natürliche Silberglanz ebenso gegen Silber verhielt. Zu diesem Zwecke wurde ein etwa $1\frac{1}{2}$ cm breiter, zylindrisch gebogener Silberblechstreifen mit Stückchen von Argentit angefüllt, der von der Grube „Neuer Morgenstern" bei Freiberg in Sachsen stammte. Beim Erhitzen im Vakuum destillierten aus dem Mineral wasserhelle, aromatisch riechende Tröpfchen ab, welche alkalisch reagierten. Das Rohr wurde daher wieder geöffnet und dann die Verunreinigungen an der Luftpumpe abdestilliert. Von neuem bei 560^0 erwärmt, ergab das Röhrchen schon nach 18 Stunden einige dünne, bis 1 cm lange Silberfäden. Nach 14 Tagen hatte sich der in der Fig. 3 veranschaulichte Silberbart gebildet. Der natürliche Silberglanz verhält sich demnach genau so wie das im Vakuumrohr dargestellte künstliche Sulfid.

Es drängt sich nun die Frage auf, ob zur Erzielung eines raschen Silberwachstums die Berührung zwischen Silber und Sulfid nötig ist, oder ob das Silber auch ohne Berührung, d. h. durch Absorption des entstehenden Schwefeldampfes, wirksam sein würde. Gegen diese Annahme sprechen bereits die vier in 25 cm langen Rohren angestellten Versuche, welche den Beweis lieferten, daß Schwefeldampf von geringer Spannung bei der Versuchstemperatur keine Verbindung mit Silber eingeht. Zur völligen Sicherstellung wurde die Frage experimentell durch drei Parallelversuche geprüft, welche gleichzeitig bei 450^0 C 72 Stunden durchgeführt wurden. Von den drei gleichen, 7 cm langen und 1 cm breiten Streifen von SAg_2 wurde der erste an dem einen Ende mit einem dicht anliegenden 2,8 cm hohen Silberblechstreifen umwickelt, der zweite erhielt beiderseitig zwei ebensolche Silberblechstreifen, welche jedoch durch eingeschobene U-förmig gebogene Glasstäbchen von dem Sulfid getrennt waren. In dem dritten Rohr war das zylinderförmig zusammengerollte Silberblech durch eine Einschnürung des Glasrohrs vom Sulfid getrennt, so daß sich beide übereinander (nicht dicht nebeneinander wie im zweiten Versuch) befanden. Der letzte Versuch ergab die spärlichste Haarsilberbildung; nur einige zwar lange, aber sehr feine Silberhaare waren entstanden.

Das Silberblech bewahrte sein metallisches Aussehen mit Ausnahme des Randes, der dem Sulfid am nächsten lag. Da der Versuch täglich aus dem Ofen zur Besichtigung herausgenommen worden war, so ist diese Anfärbung zum großen Teil dem beim Abkühlen absorbierten Schwefeldampf zuzuschreiben. Etwas reichlichere

Fig. 3. Natürlicher Silberglanz mit Silber (nat. Gr.).

Fig. 4. Silbersulfid in inniger Berührung mit Silber (nat. Gr.).

Silberbildung zeigt der Versuch mit den dicht daneben liegenden isolierten Silberblechen. An der Außenseite sind diese fast gar nicht angefärbt, jedoch ziemlich stark an der Innenseite. Die etwas reichlichere Haarsilberbildung könnte dadurch entstanden sein, daß zwischen Silber und Sulfid durch ein Silberhärchen direkt Kontakt entstanden wäre. Bedeutend günstiger verlief der dritte Versuch, bei dem Silber und Sulfid in Berührung waren (Fig. 4).

Ausgiebiges Silberwachstum tritt nur ein, wenn Sulfid und Metall in Berührung sind. Wie der folgende Versuch erkennen läßt, kann ebenso kräftiges Silberwachstum auch erzielt werden, wenn man Silbersulfid und Kupfer aufeinander einwirken läßt. Eine 4 cm lange Lamelle von künstlichem Silbersulfid, beiderseits in ihrer ganzen Länge mit einem Streifen Kupferblech bedeckt, wurde in einem evakuierten Rohr auf 550° erhitzt. Nach 24 Stunden war am kühleren Ende ein prächtiger Silberbart entstanden, der nach 3tägigem Erhitzen eine Länge von 2½ cm erreicht hatte. Das Kupferblech war allenthalben angefressen und stellenweise durchlöchert. Es blieb noch zu prüfen, ob die Versuche auch in einem mit Luft gefüllten Rohr gelingen würden, und ob die Gegenwart der Luft hemmend oder fördernd wirkt. Zu diesem Zweck wurden zwei schmale, 7 cm lange Streifen künstlichen Silbersulfids an einem Ende mit ½ cm breitem Silberblech umwickelt, und dann der eine im Vakuumrohr, der andere in einem kapillar ausgezogenen offenen Rohr erhitzt. Nach 24 Stunden bei 450° zeigen beide Versuche am kühleren Ende Haarsilberbildung, doch ist dieselbe wegen der geringen Berührungsfläche ziemlich spärlich. Das offene Rohr war innen angegriffen und getrübt durch die bei der Verbrennung des Schwefels entstandenen Dämpfe von Schwefelsäure. Die beiden Rohre wurden nun wieder in den Ofen gesteckt, um sichere Anhaltspunkte über die Schnelligkeit des Wachstums in den beiden Rohren zu erhalten. Nach dem Herausnehmen weist das offene Rohr eine so starke Trübung der Glaswand auf, daß es völlig undurchsichtig geworden ist. Erst nach dem Zerschneiden desselben läßt sich feststellen, daß das Silberwachstum im offenen Rohr bedeutend kräftiger gewesen ist als im evakuierten; das Silberhaar ist länger, und die einzelnen Auswüchse sind dicker. Gegenwart von Luft fördert das Silberwachstum. Die Ursache der Beschleunigung ist die Bildung von metallischem Silber bei der Oxydation des Sulfids und die hierdurch hervorgerufene Vergrößerung der Berührungsfläche zwischen Silber und Sulfid.

Wegen der großen Ähnlichkeit der Kupfer-, Gold- und Silberverbindungen lag es nahe, auch die beiden ersten Metalle in den Kreis der Untersuchung zu ziehen.

E. Erhitzen von Cuprosulfid und Kupfer.

Zur Darstellung von SCu_2 wurden 2,9245 g reinen Kupfers mit einem geringen Schwefelüberschuß zunächst 1 Tag bei 200° im Vakuum erhitzt, wobei sich eine indigoblaue Kruste bildete. Da noch reichlich unabsorbierter Schwefel vorhanden war, wurde die Temperatur auf 330° gesteigert und nochmals erwärmt; trotz

geringem Schwefelüberschuß war nach 24 Stunden aller Schwefel verschwunden, und es hatte sich eine dunkel bleigraue kristalline Masse gebildet. Dieses Kupfersulfid, welches etwas mehr Schwefel enthält, als der Formel SCu_2 entsprach, wurde grob gepulvert in ein 4 cm hohes, zylinderförmig zusammengerolltes Kupferblech geschüttet, und dann in einem dicht anliegenden luftleeren Glasröhrchen bei 500° C erhitzt. Nach 5 Tagen hatten sich zahlreiche, sehr kurze Kupferhärchen gebildet; nach $2\frac{1}{2}$ Monaten hatten sie eine Länge von 13 mm erreicht. Wie bei den Versuchen mit Schwefelsilber saßen die Auswüchse ausschließlich am Sulfid und nicht am Kupferblech; auch kleine Körnchen des Sulfids, welche zwischen Glaswand und Blech gerutscht waren, zeigten feine Kupferhärchen. Das Kupferblech hatte seine metallische Farbe unverändert bewahrt. Fig. 5 gibt ein etwas vergrößertes Bild des Versuchsrohrs. Um zwischen Kupfer und Sulfid eine innigere Berührung bei großer Oberfläche zu erzielen, wurde ein spiralförmig zusammengerollter, 1 cm breiter Kupferblechstreifen im Vakuumrohr mit wenig S erhitzt. Nach 24 Stunden bei 475° war das Kupfer fast überall mit einer dunkel bleigrauen Schicht von Sulfid bedeckt; freier Schwefel war nicht mehr vorhanden. Nach 2 Tagen zeigten sich winzige Kupferhärchen, welche jedoch sehr langsam wuchsen, nach 1 Monat besaßen die Kupferauswüchse eine Länge von 1 cm. Eine Beschleunigung im Vergleich zum vorigen Versuch ist zwar eingetreten, doch ist das Resultat von 1 Monat nicht besser als bei Schwefelsilber in 1 Tage.

Fig. 5. Schwefelkupfer ($\frac{3}{4}$ nat. Gr.).

Kupferglanzstückchen von Redruth, welche in ein 2 cm hohes, zylinderförmig zusammengerolltes Kupferblech geschüttet waren, zeigten nach 4 Tage langem Erhitzen im Vakuum bei 500° schwache Mooskupferbildung.

Kupferglanz allein blieb bei gleicher Behandlung unverändert. Kristallisierter Kupferglanz von Bristol Mine (Connecticut) jedoch lieferte mit Kupferstückchen 4 Tage im Vakuum erhitzt keine Spur von Mooskupfer.

Die beschriebenen Versuche beweisen, daß Haarkupfer durch Wechselwirkung zwischen SCu_2 und metallischem Kupfer erzeugt werden kann, doch ist das Wachstum viel langsamer als beim Silber.

F. Versuche mit Goldsulfid.

Die Bemühungen, auch das Gold in ähnlicher Weise zum Wachsen zu bringen, scheiterten zunächst, weil das Goldsulfid, welches man durch Einwirkung von überschüssigem Schwefel auf Gold im zugeschmolzenen, evakuierten Rohr erhielt, beim Erhitzen im Vakuum nach Entfernung des freien Schwefels unter Hinterlassung einer schwammigen Goldmasse zerfällt. Es wurde daher versucht, ob silberhaltiges Gold brauchbarer wäre, da sich in diesem Falle ein Überzug von Schwefelsilber bilden müßte, welcher in Berührung mit dem Golde vielleicht Wachstum hervorrufen konnte. Zu diesem Zweck wurde ein Glied einer silberhaltigen, goldenen Uhrkette bei 500° im evakuierten Röhrchen mit Schwefel erhitzt, wobei sich im Verlaufe von 24 Stunden ein dunkler Überzug von Schwefelsilber gebildet hatte. Nach 3wöchentlichem Erhitzen, zuletzt bei 600° C, waren weder Gold, noch Silberauswüchse entstanden, nur gelbe, glänzende Pünktchen in der Kruste ließen beginnenden Goldwachstum vermuten. Das Scheitern der Goldversuche sowie der Umstand, daß unter den natürlichen Silber- und Goldmineralien die Selenide und Telluride eine wichtige Rolle spielen. regte dazu an, auch diese Verbindungen heranzuziehen, und so wurden die bisher mit Schwefel angestellten Versuche auf Selen und Tellur ausgedehnt.

G. Versuche mit Kupfer und Selen.

Ein zusammengerolltes, etwa 1 cm hohes Kupferblech wurde mit wenig Selen im evakuierten Röhrchen bei 510° erhitzt. Nach 2 Tagen ist das Selen absorbiert, und das Kupfer besitzt an dem Ende. an welchem das Selenkörnchen gelegen hatte, eine Kruste von Selenkupferkriställchen, während der Rest des Blechs nur einen dünnen Überzug des Selenids aufweist. Am Rand des dunkel gefärbten Kupfers sitzen bereits feine, kurze Kupferhärchen. Nach 11tägiger Einwirkung ist das Wachstum nur wenig fortgeschritten; auch die Erhöhung der Temperatur auf 550° während 6 Tagen hat das Wachstum nicht merklich gefördert. Erst nach nochmaligem 4tägigem Erhitzen auf 600° hatten sich feine $\frac{3}{4}$ cm lange Kupferhärchen gebildet. Die Bildung von Mooskupfer aus dem Selenid verläuft kaum anders als aus dem Sulfid.

H. Versuche mit Silber und Selen.

Ein vierfach zusammengelegter, 1 cm breiter Silberblechstreifen wurde zunächst mit etwas Selen bei 510° im Vakuumrohr erhitzt. Nach 2 Tagen war das Selen verbraucht, und das Silberblech wies an dem einen Rande eine ziemlich dicke, pechglänzende, schwarze Wulst von Selensilberkriställchen auf. Der ganze übrige

Teil der Oberfläche war metallisch geblieben. Nach 4 Tagen waren deutliche Silberhärchen sichtbar, welche eine maximale Länge von $\frac{1}{2}$ cm aufwiesen. Nach weiteren 5 Tagen unter Steigerung der Temperatur auf 550^0 hatten sie sich bis auf 1 cm verlängert. Der Versuch wurde bei derselben Temperatur noch 6 Tage hindurch fortgeführt, wodurch der Silberbart zwar dichter, aber kaum länger wurde. Da die wachsenden Härchen die Selenidkruste zum größten Teil von dem metallischen Silber abgehoben hatten, mußte der Versuch abgebrochen werden. Die Wanderung des metallischen Silbers vollzieht sich durch eine Kruste von Silberselenid nicht anders als durch eine solche von Sulfid.

J. Versuche mit Gold und Selen.

Das Goldselenid ist zwar weniger zersetzlich als das Sulfid, doch trat im Vakuum stets Kondensation von Selen ein. Das reine Gold war daher auch hier zum Versuch ungeeignet. Ein Glied einer goldenen, etwas silberhaltigen Uhrkette lieferte hingegen bei 500^0 eine dunkle Kruste, welche sich bei den Versuchstemperaturen nicht merklich dissoziierte. Nach 3tägigem Erhitzen auf 500^0 waren auf der dunklen Oberfläche gelbe, metallische Pünktchen erschienen, welche sich im Laufe eines Monats unter Steigerung der Temperatur auf 570^0 zu winzigen Goldwärzchen auswuchsen. Das Gold besitzt die Fähigkeit, langsam durch Silberselenid zu wandern.

K. Versuche mit Kupfer und Tellur.

Ein zusammengerolltes Kupferblech von 1 cm Höhe wurde im Vakuum mit etwas Tellur bei 475^0 erhitzt. Schon nach 1 Tage war das Tellur verbraucht, und es hatte sich an dem benachbarten Ende des Blechs eine schwarze, kristalline Wulst von Tellurkupfer gebildet; außer sehr kleinen Kriställchen war ein 2 mm großes Täfelchen von hexagonalem Aussehen entstanden. Die ersten spärlichen Kupferhärchen wurden nach 4 Tagen sichtbar; nach 1 Monat hatten sich unscheinbare, etwa 3 mm lange Löckchen gebildet. Das Kupfer besitzt die Fähigkeit, durch Tellurkupfer zu wandern.

Silber und Tellur.

Der Versuch mit Silber und Tellur wurde zwischen 510 und 550^0 ausgeführt, und zwar gleichzeitig in demselben Ofen mit dem Selenversuch. Nach 15tägiger Versuchsdauer zeigte das Röhrchen reichliche Silberauswüchse. Ein zweiter mit Stückchen von künstlichem Silber-Tellurid und Silberblech bei 550^0 angesetzter Versuch lieferte schon nach 24 Stunden deutliche Silberhaare; nach

7 Tagen besaß ein ziemlich dicker, haarförmiger Auswuchs bereits eine Länge von 2 cm; nach 3 weiteren Tagen hatte sich derselbe zu einem peitschenartig gekrümmten, am freien Ende ausgefransten Silberfaden von über 5 cm Länge ausgewachsen (Fig. 6). Fig. 7

Fig. 6. Tellursilber mit Silber ($\frac{3}{2}$ nat. Gr.).

Fig. 7. Tellur- und Selensilber mit Silber (doppelte nat. Gr.).

veranschaulicht ein Versuchsergebnis, das mit einem Gemisch von künstlichem Selen- und Tellursilber erzielt wurde, welches mit Silberblech zusammen 14 Tage lang bei 500° erhitzt worden war. Die Silberwanderung durch Tellursilber ist ebenso lebhaft, wie die durch Schwefelsilber.

Gold und Tellur.

Chemisch reines Goldpulver, das durch Reduktion einer Goldlösung hergestellt worden war, wurde in einem evakuierten Röhrchen mit etwas Tellur bei 510° erhitzt. Es ergab sich jedoch dieselbe Schwierigkeit, wie bei den Goldversuchen mit Schwefel und Selen,

d. h. das gebildete Tellurid war so unbeständig, daß in dem kühler gehaltenen Rohrende immer von neuem sublimiertes Tellur auftrat. Es mußte deshalb auch hier silberhaltiges Gold verwandt werden. Ein zu diesem Zweck benutztes Uhrkettenglied war nach 2 Tagen mit tafeligen Kriställchen bedeckt, und nach 4 Tagen waren bereits Goldhärchen zu bemerken. Leider war das Wachstum auch hier ein sehr langsames, so daß nach einem Monat nur moosartige, kurze Auswüchse vorhanden waren.

Fig. 8. Silberhaltiges Tellurgold m. Silber ($\frac{3}{2}$ nat. Gr.).

Bessere Resultate wurden mit natürlichem Tellurgold von Lake-View-Mine erhalten. Eine Probe des hell messinggelben Minerals wurde grob gepulvert und im zugeschmolzenen Vakuumrohr mit Silberblech bei 500° erhitzt. Nach 24 Stunden bildete das Blech mit dem Tellurgold eine geschmolzene, fast schwarze Masse, neben welcher am kühlen Ende ziemlich reichliches, dunkles Destillat auftrat. Nach dem Abkühlen wurde das Destillat abgeschnitten, die gepulverte Schmelze in ein 4 cm hohes, zylinderförmig gebogenes Silberblech geschüttet und wiederum im Vakuum bei 500° erhitzt. Nach 2 Tagen ist das metallische Silber abermals verbraucht und in Tellursilber umgewandelt. Am kühlen Ende sind kurze, kräftige Auswüchse von hell messinggelbem, stark silberhaltigem Gold vorhanden. Nach nochmaligem Umwickeln mit Silberblech wird der Versuch fortgesetzt. Fig. 8 führt das Endergebnis vor Augen, welches durch 9tägiges Erhitzen auf 500° erzielt wurde. Das Silberblech ist zum großen Teil aufgezehrt; nur unter dem Goldbart, der eine Länge von 18 mm erreicht hat, sind rechts und links noch Streifen desselben sichtbar. Der ganze untere Teil besteht aus dem pulverförmigen Gold-Silber-Tellurid, das in seiner ganzen Ausdehnung mit kurzen Goldhärchen bedeckt ist. Die Farbe der Auswüchse ist durchweg hell messinggelb wie die des natürlichen „Elektrums".

Ein ähnlich, wenn auch nicht ganz so schönes Resultat wurde erhalten, als zwei Glieder einer Uhrkette mit Silberblech und Tellur zunächst im Vakuum auf 500° erhitzt wurden; nach 24 Stunden hatte sich eine feste dunkle Masse gebildet, in der von dem beigefügten Silberblech nichts mehr zu bemerken war; nur die Umrisse der Goldglieder waren noch undeutlich zu unterscheiden. Nach einer Woche hatten sich am kühlen Ende warzenartige, bis

3 mm lange, hell messinggelbe Auswüchse gebildet, doch treten auch an der ganzen Oberfläche spärliche, glitzernde Goldhärchen hervor. Kräftige Goldauswüchse konnten nur aus stark silberhaltigen Telluriden erhalten werden und ließen in ihrer hellen Farbe Silbergehalt erkennen. Einige Körnchen desselben natürlichen Goldtellurids wurden in gleicher Weise mit etwas Kupfer verschmolzen und dann unter Zufügung von neuem Kupfer im Vakuum erhitzt. Nach 3 Tagen war die Oberfläche mit rötlichgelben Härchen bedeckt, deren Farbe mehr an Kupfer als an Gold erinnert. Da sie sich nicht in Salpetersäure, wohl aber in Königswasser lösen, war nicht daran zu zweifeln, daß Goldauswüchse vorlagen; die Lösung im Königswasser gab deutliche Reaktion auf Kupfer, wodurch sich die rötliche Farbe der Härchen erklärt.

Ergebnisse.

Wird Silberglanz oder künstliches Silbersulfid im Vakuum auf 350—600° C erhitzt, so tritt geringfügiger Zerfall in Schwefeldampf und metallisches Silber ein; diese Silberspuren wandern durch das Sulfid hindurch nach dem kühleren Ende, wo sie als feine Härchen zu beobachten sind. In der Luft verläuft der Prozeß rascher, weil durch Oxydation die Zersetzung des Sulfides gefördert wird.

Reichliche Haarsilberbildung wird hervorgerufen, wenn Silbersulfid in Berührung mit metallischem Silber erwärmt wird. Auch durch gemeinsames Erhitzen von Selen- und Tellursilber mit metallischem Silber wird Moossilber erzeugt.

Mooskupfer entsteht durch Einwirkung von metallischem Kupfer auf Schwefel-, Selen- oder Tellurkupfer in der Hitze.

Silberhaltige Goldselenide und Telluride liefern, zusammen mit Silberblech erwärmt, silberhaltiges Moosgold.

Breslau. Min.-petr. Institut der Universität, August 1918.

(Eingegangen 21. August 1918.)

Nachtrag zu R. Sokol: Über Kalksilikatgesteine in dem böhmischen Massiv (dies. Centralbl. 1918, p. 211).

Während des Druckes ist noch erschienen:

J. Woldřich: Eruptivgesteine und Kontakterscheinungen im Zechovicer Kalksteine in Südböhmen (Sitzungsber. k. böhm. Ges. Wiss. für 1917, II. Kl. Sep.-Abdr.).

Besprechungen.

Arthur Sachs: Die Grundlinien der Mineralogie für Mineralogen, Geologen, Chemiker und Physiker. Stuttgart 1918. Verlag von F. Enke. 8°. 62 p.

Diese Schrift ist nicht etwa ein kleines Lehrbuch der Mineralogie, vielmehr eine gedrängte Übersicht, die den gegenwärtigen Stand unserer mineralogischen Kenntnisse in den Grundzügen seiner geschichtlichen Entwicklung zu erfassen bestrebt ist. Sie soll auf dem Gebiete der allgemeinen Mineralogie ein kleines und bescheidenes Seitenstück zu dem Handbuch von Hintze darstellen, ein allerdings recht bescheidenes, wie schon der Umfang beweist.

Von jedem Sondergebiet wird ein kurzer Abriß der historischen Entwicklung gegeben unter Nennung der Forscher, die sich darin besonders verdient gemacht haben, in der knappen Form wie sie aus mancher anderen Übersicht bekannt ist. Literatur wird im ganzen nur sehr spärlich angegeben, in vielen Abschnitten findet sich überhaupt kein Hinweis. Als Beispiel greife ich ganz beliebig einen Satz heraus: „Über die Schmelzpunkte schrieben Küster, J. H. L. Vogt, Roozeboom, Day und Allen; über das Gleichgewicht zwischen Mischkristallen und ihrem Schmelzfluß besonders Roozeboom; über die Löslichkeit Roozeboom, Muthmann, Kuntze, M. Herz, Stortenbecker; hinsichtlich der Dampfspannung befehdeten sich Hollmann und Barchet."

Ich bezweifle, ob dem Leser mit einer solchen Häufung bloßer Namen gedient ist; wenn Verf. durch seine Schrift aber erreicht, daß die geschichtliche Entwicklung der Wissenschaft stärker berücksichtigt wird, hat er sich damit schon ein Verdienst erworben.

R. Brauns.

Gustav Ficker: Leitfaden der Mineralogie und Chemie für die vierte Klasse der Gymnasien und Realgymnasien. Mit 3 farbigen Tafeln und 126 Abbildungen in Schwarzdruck. Fünfte Auflage. Wien. Franz Deuticke. 1917. 3 *M*.

Die Mineralien werden hier, wie in vielen für den Schulgebrauch bestimmten Büchern, im Anschluß an die Lehren der Chemie behandelt. Der Bestimmung des Buches entsprechend, werden nur die wichtigsten Mineralien berücksichtigt, von ihnen eine z. T. recht ausführliche Beschreibung gegeben und ihre Form außer in Kristallzeichnungen durch Abbildung hervorragend guter Stufen vor Augen geführt. Aus der gebotenen Beschränkung erklärt es sich, daß Mineralien, die für die Anschauung weniger bieten, nicht aufgenommen sind, auch wenn sie sonst recht wichtig sind, so wird z. B. kein Nickelerz genannt, und Nickel nur in der Tabelle der wichtigsten Grundstoffe aufgezählt. Was aber in dem Buch gebracht wird, ist klar und folgerichtig dargestellt, so daß es sich für den bestimmten Zweck ganz vortrefflich eignet.

R. Brauns.

Personalia.

Georg von dem Borne †.

Am 7. November 1918 starb an den Folgen einer schweren, im Felde erworbenen Krankheit Prof. Dr. Georg Kreuzwendedich von dem Borne, Leiter der Erdbebenwarte Krietern und Privatdozent der Geologie und Geophysik an der Universität Breslau. Mit ihm ist einer der kenntnisreichsten, vielseitigsten und originellsten Fachgenossen, gleichzeitig ein ungewöhnlich vornehmer, treuer und begeisterungsfähiger Mann als Opfer des Krieges von uns geschieden.

Geboren am 28. Mai 1867 auf dem Stammsitze seiner Familie, Berneuchen in der Neumark, erhielt er schon als Knabe durch seinen mathematisch interessierten und begabten Vater sowie durch seinen Großvater, den Berghauptmann von Dechen, naturwissenschaftliche Anregungen, die ihn bestimmten, sich der Geologie zu widmen. Nachdem er ein Semester in Lausanne studiert und ein Jahr bergmännisch gearbeitet hatte, erwarb er seine Ausbildung als Geologe an den Universitäten Berlin und Halle und schloß seine Studien in Halle mit seiner Doktorarbeit: „Der Jura des Urmiasees“ im Jahre 1891. Die folgenden Jahre widmete er geologischen Studienreisen in Amerika, Ostafrika, den Balkanstaaten und Kleinasien, bis der Tod des Vaters und die dadurch veränderten Familienverhältnisse ihn zwangen, die Verwaltung

des Stammgutes zu übernehmen. Erst nach 8 Jahren konnte er zur Wissenschaft zurückkehren und begann seine Tätigkeit in einer für sein rastloses Streben sehr bezeichnenden Weise mit einer Erweiterung seiner Ausbildung: er beschäftigte sich in den Jahren 1902—1905 mit physikalischen und mathematischen Studien an der Universität Jena und an den geophysikalischen Observatorien zu Potsdam und Göttingen; mit einer Frucht dieser Studien, „Untersuchungen über die Abhängigkeit der Radioaktivität der Bodenluft von geologischen Faktoren", habilitierte er sich im Jahre 1905 auf Veranlassung seines Freundes Fritz Frech in Breslau. Hier gelang es ihm durch große Energie und unter großen persönlichen Opfern, die Erdbebenwarte in Krietern bei Breslau ins Leben zu rufen, die er bis zum Beginn des Krieges leitete; seine Arbeiten beziehen sich während dieser Zeit aber nicht nur auf seismische Erscheinungen, sondern beschäftigen sich vielfach auch mit der Radioaktivität des Bodens, der Gewässer und der Gesteine, sowie mit andern geophysischen und meteorologischen Problemen, besonders auch mit der Schallverbreitung und der „Zone des Schweigens". In einer tief schürfenden Abhandlung über die physikalischen Grundlagen der tektonischen Theorien verknüpfte er Geophysik und Geologie; gleichzeitig arbeitete er auch praktisch über drahtlose Telegraphie und Luftschiffahrt. Die Vereinigung von Theorie und Praxis war überhaupt eine vorstechende Eigentümlichkeit seiner Veranlagung; zu ihr gesellte sich noch als glückliche Ergänzung eine ganz hervorragende Begabung für Konstruktion. Sein Interesse für Luftschiffahrt ließ ihn in dem letzten, leider zu kurzen Abschnitt seines Lebens zum Ingenieur und Begründer einer Fabrik werden, ohne daß seine Leidenschaft für die Theorie und für die Wissenschaft hierdurch geschwächt wurde. Nachdem er in den ersten Kriegsjahren als Rittmeister im Osten gekämpft hatte, stellte er später seine hervorragende Begabung der neuen Flugwaffe zur Verfügung und konstruierte einen Geschwindigkeitsmesser für Flugzeuge auf hydrodynamischer Grundlage, der mit bestem Erfolge von den Fliegern Deutschlands und seiner Verbündeten benutzt wurde. Von schwerer Erkrankung scheinbar genesen schuf er eine rasch aufblühende Werkstatt zur fabrikmäßigen Herstellung seines Geschwindigkeitsmessers und anderer zur Ausrüstung von Flugzeugen erforderlicher Apparate; von neuem erkrankt, suchte er vergeblich Heilung im Schwarzwald — der Tod entriß ihn viel zu früh den Seinen, seinen Freunden, der Wissenschaft und der Praxis.

Das Bild des Verblichenen wäre unvollständig, wenn es nicht das Beste an ihm stark hervortreten ließe: die Lauterkeit seiner Gesinnung, die alles Unedle von ihm fernhielt, seine Begeisterung für das von ihm als gut und richtig Erkannte, dem er jedes persönliche Opfer zu bringen bereit war, seine vornehme Zurück-

haltung, die nur den Nächststehenden einen Einblick in seine erstaunlich vielseitige Begabung gestattete, die Wärme und Herzlichkeit seiner Empfindungen, die in seltenen glücklichen Augenblicken, beflügelt von einer reichen farbenprächtigen Phantasie, in Wort und Schrift künstlerisch vollendeten Ausdruck fanden. Den großen Verlust, den Wissenschaft und Praxis erlitten haben, beklagen auch seine Freunde als herben Schlag, der sie betroffen hat.

Milch.

Habilitiert: Dr. **R. Groß** in Greifswald für Kristallographie, Mineralogie und Petrographie.

Gestorben: Dr. **Johannes Uhlig**, Privatdozent für Mineralogie und Petrographie an der Universität Bonn, am 3. Dezember in der Ukraine, wo er zuletzt als Kriegsgeologe tätig gewesen war, an Lungenentzündung in einem Feldlazarett. — Dr. **Hendrik Enno Boeke**, ordentl. Professor der Mineralogie und Petrographie an der Universität Frankfurt a. M., ist am 6. Dezember in seinem Institut aus dem Leben geschieden. Seine großen Verdienste um die Wissenschaft werden von berufener Seite gewürdigt werden.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Kristallographische Eigenschaften einer Verbindung $C_{11}H_9O_2N$.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Mit 2 Textfiguren.

Die Strukturformel $C_6H_5 . CH = C\begin{matrix} \diagup CO-CO \diagdown \\ NH \end{matrix} CH_2$? dieser von O. Diels im Chemischen Institut der hiesigen Universität dargestellten und mir zur kristallographischen Untersuchung übergebenen Substanz $C_{11}H_9O_2N$ ist noch unsicher.

Kristallisiert aus heißem Benzol bei langsamem Abkühlen.

Schmilzt unter Zersetzung bei $t_s = + 138.5^0$ C $\pm$ 0,5.

Symmetrieklasse: Monoklin holoedrisch.

Formen: {110}, {001}, {100}, {210}, {011}.

Morphologische Konstanten: $\frac{a}{b} = 1{,}335 \pm 0{,}003$, $\frac{c}{b} = 0{,}57 \pm 0{,}06$, $\sphericalangle \beta = 114^0 18\frac{1}{2}' \pm 6'$.

Winkel	gemessen	berechnet
(100), (001)*	$65^0 41\frac{1}{2}' \pm 6'$	—
(100), (110)*	$50^0 35' \pm 7'$	—
(100), (210)	$31^0 50' \pm 14'$	$31^0 19'$
(110), ($\bar{1}$10)	$78^0 40' \pm 12'$	$78^0 50'$
(001), (110)	$74^0 41' \pm 8'$	$74^0 51'$
(001), (011)*	$27\frac{1}{2}^0 \pm 2\frac{1}{2}^0$	

Habitus: Säulen // [001], bis 0,5 mm dick und 6 mm lang, meist nur von {110} begrenzt und ohne deutliche Endflächen; selten {001}, {100} und {210}, noch seltener und nur mit Schimmerreflex {011} (vgl. die 2 Textfiguren). Äußerst spärlich Zwillinge nach (100), verwachsen längs dieser Zwillingsebene.

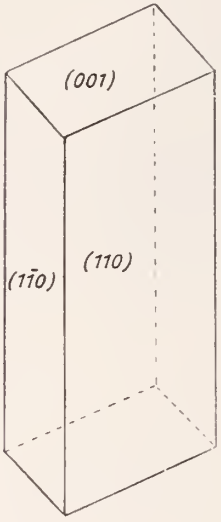
Spaltbarkeit // {100} vorzüglich, // {$\bar{1}$01} mäßig, $\sphericalangle (100)(10\bar{1}) = 90^0 \pm 3^0$ gemessen, $= 89^0 \pm 3^0$ berechnet.

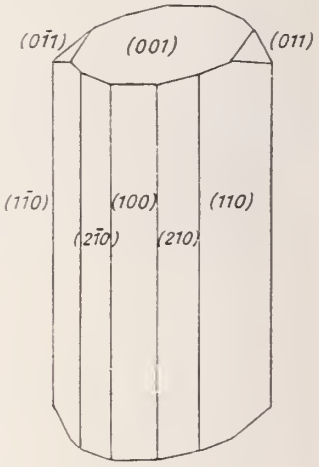
Die Ritzfestigkeit entspricht etwa der Mohs'schen No. 2: anscheinend spröde.

Dichte $\varrho = 1{,}345 \pm 0{,}002$, bei $+ 16^0$ C in Thoulet's Lösung nach der Schwebemethode ermittelt.

Optische Orientierung: c // [010], ferner sehr annähernd b // [001] und $a \perp \{100\}$; a ist anscheinend spitze Bisektrix eines großen Achsenwinkels mit $\varrho < v$ in Luft.

Mittlerer Brechungsindex $\beta = 1{,}756 \pm 0{,}001$, für Natriumlicht an zwei Prismen $(100)\,\widehat{(\bar{1}10)}$ gemessen.





Die Bestimmung der Doppelbrechung $\gamma - \beta$ an Platten // $\{100\}$ und $\beta - \alpha$ an Platten // $\{010\}$ mittels Babinet's Kompensator würde die Berechnung von α, γ und $2V$ gestattet haben; die Kristalle konnten aber in Anbetracht ihrer starken Doppelbrechung nicht genügend dünn geschliffen werden, zumal da sie sich schon unterhalb $+ 100^0$ C zersetzen und daher nicht mit Canadabalsam aufzukitten waren.

Farbe bei 0,1 mm Dicke hellgelb mit folgendem Pleochroismus: a und b hellgrüngelb, c dottergelb (Fresnel's Schwingungsrichtungen).

Die Kristalle sind in Wasser bei Zimmertemperatur praktisch unlöslich.

Bei der Redaktion eingegangen am 9 Dezember 1918.

Ein einfach lichtbrechendes Kalium-Aluminiumsulfat der Alunitgruppe.

Von **E. Ramann** und **A. Spengel** in München.

Die Gesteinsmassen der Solfatara di Puzzuoli bei Neapel sind den Einwirkungen vulkanischer, schwefelführender Dämpfe ausgesetzt. Aus sich ausscheidendem, der Luft ausgesetztem Schwefel muß fortgesetzt durch Oxydation Schwefelsäure in kleinen Mengen gebildet werden. Es ist somit Gelegenheit gegeben, die Verwitterung und Umbildung eines Gesteines unter dauernder Einwirkung freier Schwefelsäure kennen zu lernen. Die Untersuchung des Bodens führte zur Auffindung eines nach Zusammensetzung und Eigenschaften dem Alunit entsprechenden Minerals, welches sich jedoch durch einfache Lichtbrechung von jenem unterscheidet.

Die Solfatara ist wohl von den meisten Mineralogen und Geologen besucht worden, so daß sich eine Beschreibung erübrigt. Der Boden des Kessels ist ausgebleicht, schwach gelblichweiß bis weiß, dicht gelagert, so daß man den Eindruck eines schweren Tones, beziehentlich, infolge der hellen Färbung, eines kaolinreichen Tones sehr einheitlicher Zusammensetzung erhält. Im trockenen Zustande fühlt sich der Boden rauher an, als dies bei Kaolinen der Fall ist. Es wechseln rauhere und geschmeidigere Stellen ab und örtlich sind die hellen, feinstkörnigen Bestandteile in knollig zusammengelagerten Massen vereinigt. Bei schwacher Vergrößerung (binokularem Mikroskop) ist die Oberfläche der Bruchstücke rauh und ähnelt der Beschaffenheit vulkanischer Aschen, deren Verwitterungsprodukt das Gestein ist.

Der wässerige Auszug des Bodens enthält sehr geringe Mengen Schwefelsäure, bei Ammonzusatz scheiden sich Spuren von Tonerde in Flocken ab. Mit Oxydationsmitteln, wie Kaliumpermanganat und Salpetersäure behandelt, gehen wiederum kleine Mengen von Schwefelsäure in Lösung. Der Schluß liegt nahe, daß ihr Vorkommen auf Oxydation des dem Boden beigemischten Schwefels beruht.

U. d. M. erkennt man Reste verwitterten und stark zersetzten vulkanischen Glases; die Hauptmasse besteht jedoch aus sehr kleinen Körnern eines einheitlichen, einfach brechenden Minerals, die örtlich fast rein den Boden zusammensetzen, vorwiegend 0,001 mm Durchmesser haben und nur selten eine Größe von 0,002 mm erreichen. Sparsamer, aber verbreitet, finden sich stark doppelbrechende Körner etwa gleicher Größe von Schwefel beigemischt.

Die chemische Analyse bot zunächst Schwierigkeiten. Die qualitative Analyse des Bodens zeigte, daß Calcium, Magnesium und Natrium nur in Spuren, Schwefelsäure, Kieselsäure, Aluminium und Kalium reichlich vorhanden waren.

An der Luft erhitzt wird viel Wasser, später werden Dämpfe von Schwefeltrioxyd abgegeben.

Es wurde zunächst versucht, das feinkörnige Mineral durch Schlämmen abzutrennen. Von der Hauptmenge der grobkörnigen Silikate gelang dies, dagegen war es nicht möglich, den Schwefel abzuscheiden. Das spezifische Gewicht betrug, im Pyknometer bestimmt, 1,966, so daß auch die Trennung mit Flüssigkeiten höheren Volumgewichtes wenig Aussicht auf Erfolg bot. Durch Schwefelkohlenstoff wurde nur ein Teil des Schwefels ausgezogen (in zwei Proben 0,38 und 0,43 % des Bodens). Die Reinigung gelang endlich auf folgendem Wege: Schwefel ist durch Wasser nicht benetzbar, wohl aber durch Benzol; das Silikat wird von beiden Flüssigkeiten benetzt. Durchfeuchtete man den Boden zuerst mit Benzol und fügte dann Wasser hinzu, so blieb die Hauptmenge des Silikats am Boden zurück, während sich der Schwefel an der Grenzfläche beider Flüssigkeiten im Benzol ansammelte. Es ist dies keine quantitative Trennungsmethode, aber sie genügt, das Silikat schwefelfrei zu machen.

Die Analysen ergaben eine Zusammensetzung des untersuchten Bodens, welche auf ein Gemisch von Silikaten bezw. Kieselsäure und Alunit hindeuteten. Damit war ein Weg zur Reingewinnung des feinkörnigen Minerals gegeben. In der Kälte mit stark verdünnter Flußsäure wiederholt behandelt und durch Abschlämmen gereinigt, blieb das feinkörnige Mineral in ausreichender Reinheit zurück. Starke Flußsäure löst und zersetzt das Mineral allmählich völlig. Mit verdünnter HF behandelt, adsorbiert es stark Säure und muß durch Behandeln mit verdünnter Ammoniaklösung säurefrei gemacht werden.

Die Analyse ergab die Zusammensetzung des Alunits:

	gefunden	berechnet auf $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 4SO_4 + 6H_2O$
Al_2O_3	36,66	36,98
K_2O	11,91	11,37
SO_3	38,35	38,62
H_2O (Diff.)	13,08	13,03

Es liegt also ein Mineral von Alunitzusammensetzung mit einfacher Lichtbrechung vor; ob regulär oder amorph, läßt sich bei der niederen Korngröße und der durchweg gerundeten Form der einzelnen Körner schwer feststellen. Man könnte annehmen, daß Alunit zunächst amorph (kolloidal) abgeschieden wird und erst in langen Zeiträumen in den kristallisierten Zustand übergeht; anderseits ist im Alaun ein regulär kristallisierendes Kalium-Aluminiumsulfat bekannt.

U. d. M. erkennt man in sulfatreichen Teilen des Gesteines Reste von Feldspaten, die als Kieselsäureskelette erhalten sind, in manchen Fällen sind Feldspatkristalle von Körnern des Sulfates

gleichmäßig erfüllt, unter Druck zerteilen sie sich in Fasern, deren Lage Spaltungsrichtungen des früheren Kristalles entsprechen. Ihre genauere Untersuchung kann vielleicht dem Studium des lamellaren Baues der Feldspate dienen.

Bezeichnend für den Verlauf der Verwitterung ist die fast völlige Abfuhr aller Metalle außer Tonerde und Kalium; auch Eisen ist bis auf einen geringen Rest (in einer Analyse wurden 0,77 % Fe_2O_3 gefunden) ausgewaschen.

Das Vorkommen des Alunits ist nicht auf vulkanische Gebiete beschränkt [1], eine Reihe von Vorkommen zeigen seine Bildung unter abweichenden Bedingungen. Alunit ist als ein Verwitterungsprodukt kalireicher Mineralien unter Einwirkung von Schwefelsäure zu betrachten; höhere Temperatur scheint seine Bildung zu begünstigen, aber nicht Bedingung zu sein, es ist daher auch sein Vorkommen in Böden zu erwarten. Hierauf deuten manche Erscheinungen hin, so die Erhaltung des Kaliums in vielen Bleicherden, denen fast alle anderen basischen Bestandteile entzogen sind. Der Nachweis von Alunit, besonders der einfach brechenden Form, in Böden bietet bei geringem Gehalte Schwierigkeiten. Geringe Korngröße und das Fehlen leicht erkennbarer Eigenschaften erschweren die Auffindung durch das Mikroskop; geringe Angreifbarkeit durch Säuren führen leicht zu Irrtümern über den im Boden vorhandenen Gehalt an Schwefelsäure. Bisher haben unsere Tastversuche, Alunit in derartigen Böden sicher nachzuweisen, zu keinem Erfolge geführt; es mag vorläufig genügen, auf die Möglichkeit seines Vorkommens hinzuweisen.

Nachschrift.

Nach Abschluß unserer Arbeit erhielt ich von F. Rinne eine kleine Menge des „Alunits" von Wurzen bei Leipzig. Die von H. Credner veröffentlichten Analysen dieses Vorkommens entsprechen ausreichend der Alunitformel. U. d. M. stimmt das sächsische Vorkommen mit dem der Solfatara vollkommen überein; es ist einfach lichtbrechend und besteht aus den gleichen feinen Körnern. Dr. B. Gossner hatte die Freundlichkeit, die optische Beobachtung sicherzustellen. Das Wurzener Vorkommen findet sich in sedimentären oligocänen Schichten.

Es ist anzunehmen, daß das einfach lichtbrechende Mineral verbreitet ist und ihm vielleicht ein Teil der feinerdigen, bisher dem Alunit zugerechneten basischen Kalium-Aluminiumsulfate angehört. Vielleicht gehört auch das eine oder andere als Löwigit bezeichnete Vorkommen hierher. Die Ausscheidung in sedimentären

[1] H. Credner, Neues Vorkommen des Alunits. Sitzungsber. nat. Ges. Leipzig 1877. p. 4—21; — Oligocän des Leipziger Kreises. D. Geol. Ges. 30. p. 617 (1878). — Schalch, Erläuterung zu Blatt Wurzen. No. 13 (1885. p. 19). 2. Aufl. von Siegert: 1913. p. 10.

Schichten läßt erwarten, daß sich gleiche oder ähnlich zusammengesetzte Minerale auch in Böden unter Torfbedeckung usw. finden: unsere Bemühungen, nach dieser Richtung Aufklärung zu erlangen, haben noch zu keinem abschließenden Ergebnis geführt.

Aus dem Mineralogischen Museum der Universität Berlin erhielt ich durch Herrn Th. Liebisch ein Stück Löwigit von der Grube „Königin Luise" bei Zabrze. U. d. M. unterscheidet sich das Mineral wesentlich von den besprochenen einfach lichtbrechenden Sulfaten. Die Masse ist einheitlich, feine Körnelung fehlt. Der Löwigit bedarf einer erneuten Durcharbeitung. Rechnet man die bisher veröffentlichten Analysen durch, so ergibt sich nicht nur ein beträchtlich höherer Wassergehalt, sondern auch ziemlich übereinstimmend ein höherer Gehalt an Tonerde, als der Alunitformel entspricht. So nahe es liegt, das Wurzener „Alunit"-Vorkommen mit dem von Zabrze parallel zu stellen und im Löwigit eine durch das höhere geologische Alter verursachte Änderung zu sehen, so gewinnt man doch aus Analysen wie physikalischen Eigenschaften den Eindruck eines abweichenden Minerals. Ehe hierüber jedoch eine Entscheidung getroffen ist, scheint es nicht angebracht, mit einer selbständigen Namengebung für das beschriebene Vorkommen vorzugehen.

Voraussichtlich werden aber drei artlich verschiedene wasserhaltige basische Kalium-Aluminiumsulfate zu unterscheiden sein: 1. Alunit, 2. das Mineral von Wurzen und Solfatara, 3. Löwigit. E. Ramann.

(Mitteil. a. d. bodenkundl. Laboratorium der forstl. Versuchsanstalt München.)

Bei der Redaktion eingegangen am 8. Oktober 1918.

Die einfachen Gitterformen oder gleichwertigen Gitterkomplexe.

Von **P. Niggli** (Tübingen).

Wie der eine Kristall von einer Flächenform begrenzt sein kann, die (infolge der allgemeinen Lage der Ausgangsfläche) schon an der Art der Ausbildung die Symmetrieklasse erkennen läßt, während ein anderer Kristall aus lauter vieldeutigen Flächenformen zusammengesetzt ist, so können auch die Massenschwerpunkte der Gitter ein- oder vieldeutige Anordnungen darstellen. Eindeutig ist die Anordnung, wenn mindestens eine Art von Massenschwerpunkten allgemeine Lage besitzt, d. h. auf keinem der gewöhnlichen Symmetrieelemente liegt; vieldeutig ist sie, wenn charakteristische Deckoperationen aus der Schwerpunktsanordnung deshalb nicht mehr ersichtlich sind, weil die Schwerpunkte durch diese Operationen in sich selbst übergeführt werden. Die Punkte liegen dann auf den zu den Operationen gehörigen Symmetrieelementen. Ob der Massenteilchenhaufen in einem solchen Falle

der einen oder anderen Raumgruppe zugerechnet werden muß, hängt von den Eigensymmetrien ab, die den Massenteilchen zugeschrieben werden. Handelt es sich um Molekel- oder Atomschwerpunkte, so ist nicht wahrscheinlich, daß diese Symmetrie ohne weiteres als Kugelsymmetrie in Rechnung gestellt werden darf. Es wird dann notwendig, einerseits die Vieldeutigkeit derartiger gleichwertiger Gitterkomplexe oder einfacher Gitterformen, sowie ihrer Kombinationen, andererseits die Unterschiede in den Eigensymmetrien, zu studieren. Vielleicht ermöglicht später auch hier ein dem Ätzverfahren analoges Verfahren die Entscheidung. Wie wichtig derartige Diskussionen sind, zeigt am besten ein Studium der bis jetzt erhaltenen Strukturbilder. Sie lassen sich in den wenigsten Fällen einer einzigen Raumgruppe, bezw. einem einzigen Raumsystem, zuordnen, und die Erörterungen über die Minimalsymmetrien der Atome waren, wegen Nichtberücksichtigung dieses Umstandes, sehr oft unvollständig.

Um die Vieldeutigkeit eines gleichwertigen Gitterkomplexes oder einer einfachen Gitterform[1] festzustellen, benötigt man offenbar Tabellen, welche angeben, in was für Raumsystemen eine gegebene Schwerpunktsanordnung auftreten kann, wie ja auch jeder Kristallograph wissen muß, in welchen Symmetrieklassen beispielsweise tetragonale Bipyramiden oder hexagonale Prismen vorkommen. In dem Buche „Geometrische Kristallographie des Diskontinuums" habe ich die ganze Problemstellung zweigeteilt. Zuerst werden Tabellen mitgeteilt, die angeben, welche „Zähligkeiten" die Gitterkomplexe in den einzelnen Raumsystemen besitzen können, d. h. wieviel gleichwertige Punkte je nach der Lage von einem Elementarparallelepiped absorbiert werden. Eine einfache Gitterform mit n einander zugeordneten, elementar unabhängigen[2] Punktlagen ist ein n-Punktner.

Man bestimmt in diesem Falle die Zähligkeit des vorhandenen Gitterkomplexes und schaut dann in den Tabellen nach, welche Raumsysteme überhaupt derartige n-Punktner besitzen. Hat man die konvenierenden Raumsysteme herausgeschrieben, so muß nun noch einzeln nachgeforscht werden, ob auch die spezielle Anordnung die entsprechende sein kann.

Das analoge Verfahren in der gewöhnlichen Kristallographie wäre folgendes. Um zu prüfen, welche Symmetrieklassen tetra-

[1] Unter gleichwertigen Gitterkomplexen oder einfachen Gitterformen des homogenen Diskontinuums verstehe ich einen Massenteilchenhaufen, der aus lauter gleichwertigen Teilchen besteht. Vorbedingung dazu ist erfahrungsgemäß, daß es sich um im chemischen und physikalischen Sinne gleiche, eventuell isomorph ersetzbare, Massenteilchen handelt.

[2] Elementar unabhängig bedeutet, durch Translationen von Länge und Richtung der Kanten des Elementarparallelepipeds (Koordinatenachsenparallelepipeds) nicht auseinander ableitbar.

gonale Bipyramiden besitzen, bestimmt man zuerst, welche tetragonale Klassen überhaupt 8-Flächner aufweisen. Dann ist zu untersuchen, ob diese 8-Flächner in der Tat als Bipyramiden entwickelt sind. Dieser Weg führt natürlich immer zum Ziel, und die Zweiteilung ist bei der großen Zahl der Raumsysteme durchaus am Platz. Ein einziges Beispiel möge dies demonstrieren. In der rhombisch-hemimorphen Klasse gibt es nicht weniger als 11 von 22 Raumsystemen, die, auf das Koordinatentranslationenparallelepiped (Elementarparallelepiped) bezogen, Zweipunktner besitzen können. In $\mathfrak{S}_{2v}^{4}$, $\mathfrak{S}_{2v}^{8}$ und $\mathfrak{S}_{2v}^{11}$ können diese Zweipunktner als basiszentrierte Elementarparallelepipede auftreten. Ist somit von einer rhombisch-hemimorph kristallisierenden Substanz nur bekannt, daß die Massenschwerpunkte basiszentrierte Gitter bilden, so ist die Struktur immer noch dreideutig. In $\mathfrak{S}_{2v}^{4}$ würden durch die Schwerpunkte eine vertikale Spiegelebene gehen, in $\mathfrak{S}_{2v}^{8}$ eine Digyre, in $\mathfrak{S}_{2v}^{11}$ beide Symmetrieelemente gleichzeitig.

Wenn röntgenometrisch eine bestimmte Massenschwerpunktsanordnung gefunden worden ist, so wird man im allgemeinen, schon aus zeichnerischen Gründen, die Gitterlinien von einem Schwerpunkt ausgehen lassen, man wird also, auf ein Massenteilchen als Nullpunkt bezogen, die Koordinaten der übrigen Punkte des Gitterkomplexes angeben. In der analytisch-geometrischen Darstellung der 230 Raumsysteme von mir ist jedes Raumsystem auf einen fixen Nullpunkt bezogen worden, und es ist deshalb bei komplizierten Raumgruppen nicht sofort ersichtlich, ob eine dem Gitterkomplex gleichzählige Punktlage auch gleiche Anordnung besitzt. Man muß die Koordinaten aufschreiben und auf einen Punkt als Nullpunkt transformieren. Das mag es als wünschenswert erscheinen lassen, eine zweite Methode der Vieldeutigkeitsbestimmung kennen zu lernen.

Eine Einzelbenennung der zahlreichen gleichwertigen Gitterkomplexe, analog der Benennung der einfachen Flächenformen, halte ich für unnötigen Ballast. Hingegen wird es zweckmäßig sein, einige sehr häufigen Gitterformen durch leicht verständliche Symbole zu kennzeichnen und ganz allgemein eine Bezeichnungsweise für gleichwertige Gitterkomplexe einzuführen. Diese kann nach zwei Gesichtspunkten erfolgen.

Wird die von mir vorgeschlagene jeweilige Nullpunktswahl angenommen, so genügt es, darauf bezogen, die Koordinaten irgend eines Gitterpunktes in doppelt eckige Klammern zu fassen und das Raumsystemzeichen als Kennziffer anzuhängen [1].

[1] Die Koordinatenwerte beziehen sich natürlich stets auf die Elementarperioden als Einheitsmaßstäbe. Wenn in den abgekürzten Symbolen $\frac{a}{2}$ usw. geschrieben wird, so geschieht dies nur um die 0-Werte von y und z, bzw. n und p, nicht angeben zu müssen.

So ist z. B. $[\,|m, n, p|\,]_{\{\mathfrak{C}_{2v}^{8}\}}$ der Gitterkomplex eines beliebigen Punktes im Raumsystem $\mathfrak{C}_{2v}^{8}$; $[\,|\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, 0|\,]_{\{\mathfrak{C}_{2v}^{8}\}}$ der Gitterkomplex in diesem Raumsystem bei der speziellen Lage des Punktes in der Mitte des Basisrechteckes.

Aus einem derartigen Symbol herauszulesen, welcher Art die zugehörige einfache Gitterform ist, verlangt natürlich vollständige Vertrautheit mit den Symmetrieverhältnissen eines jeden Raumsystemes, wie man ja auch nur dann weiß, welche Flächenform $\{111\}$ in der tetragonal bisphenoidischen Klasse bildet, wenn Aufstellung und Symmetrieelemente dieser Klasse bekannt sind.

Um unabhängig von der Raumsystemszugehörigkeit die Anordnung eines gegebenen gleichwertigen Gitterkomplexes zu kennzeichnen, möchte ich folgendes Verfahren vorschlagen. Ein Gitterpunkt wird als Nullpunkt gewählt, die Koordinaten der elementar unabhängigen, übrigen Punkte der Form werden, wie nachstehendes Beispiel zeigt, mitgeteilt.

$[\,|0 \mid x, 0, z \mid x_1, y_1, z_1 \mid 0, y_2, z_2 \mid 0, 0, z_3|\,]$ ist das Symbol eines 5-Punktners bei dem, auf einen Punkt als Nullpunkt bezogen, die Koordinaten der übrigen elementar unabhängigen Punkte durch x, z; x_1, y_1, z_1; $y_2\ z_2$; z_3 gegeben sind. Um die Symbolik nicht zu unförmig zu gestalten, sind einige sehr häufig auftretende Abkürzungen am Platz. In Anlehnung an die Schoenflies'sche Nomenklatur bezeichnet $[\,|\ldots\ldots\ldots|\,]$ einen Gitterkomplex in einfacher Eckpunktswiederholung des Elementarparallelepipeds[1]; $[\,|\ldots\ldots\ldots|\,]'_3$ daß zu jedem der hingeschriebenen Gitterpunkte noch ein Punkt gehört, der um $\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, 0$ davon entfernt ist (aber es muß nicht notwendigerweise das zugehörige Massenteilchen in paralleler Lage vorkommen). $[\,|\ldots\ldots\ldots|\,]'_2$ bedeutet, daß die Anordnung in (010) zentrierten Elementargittern sich wiederholt, $[\,|\ldots\ldots\ldots|\,]'_1$ in (100) zentrierten Elementargittern.

Gehören zu jedem Punkt noch Punkte in Entfernungen $\frac{a}{2}+\frac{b}{2}, \frac{a}{2}+\frac{c}{2}, \frac{b}{2}+\frac{c}{2}$ (allseitig flächenzentriert), so schreibt man $[\,|\ldots\ldots\ldots|\,]'''$. Jedem innerhalb der eckigen Klammern stehenden Punkt ist in der Entfernung $\frac{1}{2}a + \frac{1}{2}b + \frac{1}{2}c$ ein Punkt zugeordnet, wenn geschrieben wird $[\,|\ldots\ldots\ldots|\,]''$ oder $[\,|\ldots\ldots\ldots|\,]^{\mathrm{I}}$.

$[\,|0|\,]'''$ ist also ein Vierpunktner von der Form des allseitig flächenzentrierten Elementarparallelepipeds, unabhängig davon, ob

[1] Das Symbol $[\,|\ldots\ldots\ldots|\,]$ vertritt das allgemeine Gitterkomplexsymbol, die Punkte stehen an Stelle der Koordinatenwerte, sie sind durch vertikale Striche getrennt.

die einzelnen Teilchen parallel gestellt sind, wenn sie nur gleichwertig sind. Die Raumsysteme $\mathfrak{C}_{2v}^{4}$, $\mathfrak{C}_{2v}^{5}$, $\mathfrak{C}_{2v}^{11}$ besitzen alle Zweipunktner $[[0]]'_3$.

$\left[[0 \mid \frac{a}{2}]\right]$ ist eine Gitterform von der Art des Elementarparallelepipeds mit zentrierten a-Kanten. $\left[[0 \mid \frac{a}{2}]\right]'''$ besitzt außer in den Ecken, in allen Kantenmitten und Flächenmitten, sowie wie im Zentrum eines Gitters von der Form des Elementarparallelepipeds gleichwertige Punkte. Das Symbol ist identisch mit $\left[[0 \mid \frac{b}{2}]\right]'''$, $\left[[0 \mid \frac{c}{2}]\right]'''$, $\left[[0 \mid \frac{a}{2}, \frac{b}{2}, \frac{c}{2}]\right]'''$. Es ist ein 8-Punktner, und die Gitterpunkte bilden Maschen von ähnlicher Gestalt wie das Elementarparallelepiped, aber $\frac{1}{8}$ Volumen. Deshalb läßt sich die Form auch als $\frac{v}{8}[[0]]$ bezeichnen.

Das allgemeine Gittersymbol eines Raumsystemes erhält man aus den zusammengehörigen Koordinatenwerten (die beispielsweise Schoenflies und ich angeben), wenn man diese auf den Ausgangspunkt als Nullpunkt transformiert. Beispielsweise lauten für $\mathfrak{C}_{2v}^{8}$, bezogen auf einen in der Drehungsachse (Digyre) liegenden Nullpunkt, diese Werte (statt x, y, z = m, n, p):

$$[[m,\ n,\ p]]\quad [[m\ \bar{n}\ p]]\quad [[m+\tfrac{1}{2},\ n+\tfrac{1}{2},\ p]]\quad [[m+\tfrac{1}{2},\ \bar{n}+\tfrac{1}{2},\ p]].$$

Die allgemeinste Gitterform ist daher:

$$[[0 \mid 2m,\ 2\bar{n},\ 0 \mid 2\bar{m}+\tfrac{1}{2},\ \tfrac{1}{2},\ 0 \mid \tfrac{1}{2},\ 2\bar{n}+\tfrac{1}{2},\ 0]].$$

Welcher Art die speziellen einfachen Gitterformen sind, ergibt sich daraus sofort; man hat nur für m und n die speziellen Werte einzusetzen. Sind beispielsweise beide gleich Null, so resultiert $[[0 \mid \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0]]$ also $[[0]]'_3$, ein Zweipunktner. Sind m und n einzeln gleich $\frac{1}{4}$, so wird die Gitterform zu

$$[[0 \mid \tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, 0 \mid 0, \tfrac{1}{2}, 0 \mid \tfrac{1}{2}, 0, 0]] = \left[[0 \mid \frac{a}{2}]\right]'_3$$

einer Grenzform des allgemeinen Vierpunktners. Niemals entsteht hier etwa eine einfache Gitterform $[[0]]''$, da immer alle elementar unabhängigen Gitterpunkte in einer Horizontalebene liegen müssen. Zur Bestimmung, ob eine Kombination einfacher Gitterformen in einem Raumsystem vorkommen kann, muß man den Nachweis führen, daß erstens die Einzelformen darin auftreten, und zweitens, daß diese in der verlangten Beziehung zueinander stehen. Kochsalz stellt eine Kombination $Cl = [[0]]'''$ $Na = [[0]]'''$ mit der Verschiebung $\frac{a}{2}$, oder $\frac{a}{2} + \frac{b}{2} + \frac{c}{2}$ dar. Diese Kombination tritt in einer ganzen Anzahl kubischer Raumsysteme auf, beispielsweise in zweien der kubischen Holoedrie. Natürlich sind die Symmetriebedingungen für die Punktlagen verschiedene.

Die Kombination $[[0]]'_3$, $\left[\left[0 \quad \frac{a}{2}\right]\right]'$ verlangt in $\mathfrak{C}^{8}_{2v}$ eine Verschiebung um $\pm\frac{1}{4}$, $\pm\frac{1}{4}$, p.

Noch möge zum Schluß an Hand eines Beispieles gezeigt werden, wie vorteilhaft die Anwendung des erläuterten Verfahrens sein kann. Brieflich wurde mir gegenüber einmal bestritten, daß eine von Vegard und Tammann vorgeschlagene Kombination zweier Gitterformen in kubischen Raumsystemen überhaupt möglich sei. Es handelte sich um die Kombination zweier Formen $[[0 \mid \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, 0 \mid \frac{1}{4}, 0, \frac{1}{4} \mid 0, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}]]'''$ in $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}$ Verschiebung. Man erkennt aus der Figur Tammann's sofort, daß durch je einen Gitterpunkt beider Komplexe eine trigonale Drehungsachse (Trigyre) geht. Handelt es sich wirklich um zwei einfache Gitterformen, so müssen durch alle Gitterpunkte je eine Trigyre gehen. Dies ist nun aus einer diesbezüglichen Figur nicht ohne weiteres erkenntlich, auch läßt sich der Schnittpunkt von je 4 Trigyren nicht leicht auffinden. Unsere Methode gestattet sofort die Entscheidung. Liegen die Ausgangspunkte auf Trigyren, so haben sie die Koordinaten $[[m, m, m]]$; von den Koordinatentripeln eines gleichwertigen Punktkomplexes brauchen daher alle die nicht berücksichtigt zu werden, welchen nur eine Vertauschung von m, n, p, im Sinne der 120°-Drehung als Deckoperation, entspricht.

Von den Dreizeilenkomplexen, die Schoenflies in seinem Buche p. 549/550 angibt, müssen nur jeweilen die ersten Zeilen in Betracht gezogen werden. Es ergibt sich nun, um nur die kubisch-enantiomorphe Klasse zu erwähnen, beispielsweise folgendes allgemeine Symbol für die Gitterform eines auf einer Trigyre liegenden Punktes in $\mathfrak{O}^4$:

$$[[0 \mid 0, 2\bar{m}, 2\bar{m} \mid 2m, 0, 2\bar{m} \mid 2m, 2m, 0 \mid 2m + \tfrac{1}{4}, 2\bar{m} + \tfrac{1}{4}, 2m + \tfrac{1}{4}$$
$$\tfrac{1}{4}, 2m + \tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4} \mid 2m + \tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4} \mid \tfrac{1}{4}, \tfrac{1}{4}, 2\bar{m} + \tfrac{1}{4} \mid]]'''.$$

Das m bezieht sich auf den Schnittpunkt der Trigyren als Nullpunkt. Ist $m = \frac{1}{8}$, so spezialisiert sich die Gitterform zu $[[0 \mid 0, \frac{1}{4}, \frac{1}{4} \quad \frac{1}{4}, 0, \frac{1}{4} \quad \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, 0 \mid]]'''$, d. h. sie wird zu der gewünschten Form. Ist $m = \frac{1}{8} + \frac{1}{2} = \frac{5}{8}$, so geschieht das gleiche. Die Kombination ist somit tatsächlich in kubischen Raumsystemen[1], z. B. wie bewiesen in $\mathfrak{O}^4$, möglich; die Ausgangspunkte sind um $\frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}$ von den Schnittpunkten der Trigyren entfernt.

[1] Auch in dem daraus abgeleiteten $\mathfrak{O}^7_h$.

Bei der Redaktion eingegangen am 30. Oktober 1918.

Zur Stratigraphie und Tektonik der Ösling-Eifel-Mulde.

I. Über den Muldenabschnitt südlich der Schneifel.

Von **Rudolf Richter** in Frankfurt a. M.

Mit 1 Textfigur.

1. Der Unterkoblenz-Gürtel von Stadtfelder Entwickelung am Südostabhang der Schneifel.
2. Der symmetrische Bau der Eifelmulde in ihrem Abschnitt südlich der Schneifel.
3. Die Klerfer Schichten (die „Roten Schichten der Eifel“, „Vichter Schichten“ z. T.).
4. Der Koblenz-Quarzit (Berler Quarzit, Schneifelquarzit).
5. Die eigentliche Oberkoblenz-Stufe.
6. Verlauf der Sedimentation im Muldengebiet südlich der Schneifel.

Aus Kartenaufnahmen in der Prümer Kalkmulde und ihrer Unterdevon-Umrahmung (Blatt Prüm, Schönecken, Mürlenbach, Gerolstein z. T.), die wir Hand in Hand mit Vergleichsbeobachtungen auf benachbarten Blättern und im belgisch-luxemburgischen Ösling seit langem fortführen, in erster Linie um für eine möglichst scharfe paläontologische Einzelgliederung des dortigen Devons breite Unterlagen zu gewinnen, seien im Folgenden einige Ergebnisse mitgeteilt. Es handelt sich um Feststellungen, die in neuerdings vielerörterte Fragen hineinspielen und manche dieser Erörterungen bereits früher hätten beeinflussen können, wenn sie vorgelegen hätten. Und da zu erwarten steht, daß noch vor der von den Ereignissen verzögerten Fertigstellung der Karten jene Fragen auch weiterhin von anderer Seite berührt werden, so müßten unsere Beobachtungen zum mindesten neugewonnen werden, ohne dabei Nutzen gebracht zu haben.

1. Der Unterkoblenz-Gürtel von Stadtfelder Entwickelung am Südostabhang der Schneifel.

Am südöstlichen Abhang der Schneifel sind den Beobachtern wiederholt Schiefer mit eingelagerten Sandsteinen aufgefallen, welche den Quarzitrücken begleiten. Gosselet[1] deutete sie als Wiltzer Schiefer, also als Oberkoblenz. Neuerdings, in seiner zusammenfassenden Bearbeitung des Koblenz-Quarzits, nahm Vieтor (1916, p. 15. 16. 17) an, daß diese Ablagerung nur als ein

[1] „En descendant vers Sellerich, on voit des schistes noirs avec petits bancs de grès verdâtre. Ce sont les schistes de Wiltz; ils sont fortement inclinés et peut-être sont-ils séparés du grès blanc par une faille.“ L'Ardenne. 1888. p. 868.

schmaler Streifen gelblicher bis bräunlicher, taflig spaltender Schiefer zwischen dem Schneifelquarzit und den Roten Schichten (Klerfer Schichten) entwickelt seien, welch letztere das ganze Schneifelvorland bis an den Prümer Quarzitzug (Tettenbusch—Kalvarienberg) fast ausschließlich zusammensetzen sollen. Diesen, der Unterkoblenz-Stufe angeschlossenen Roten Schichten rechnete er auch jene gelben Schiefer als ein weiteres Glied des Bunten Systems hinzu, ohne Gosselet's Ansicht endgültig von der Hand zu weisen. Da sie eine Fauna nicht geliefert hätten, könne man über ihre Stellung schwanken.

Über diese fraglichen Schiefer geben nun unsere Karten und deren paläontologische und petrographische Unterlagen genauen Aufschluß.

Als Beispiele für die Betrachtung ihrer stratigraphischen Verhältnisse wählen wir drei Profile, die an der Straße Niedermehlen—Hontheim—580,2, an der Straße Halbe Meile—Knaufspesch (Prüm—Aachener Straße) und an der Straße Neuendorf—Neuenstein beobachtet werden können.

In dem zuerst genannten Hontheimer Profil sind die erwähnten gelben, milden Schiefer in dem fahrbaren Hohlweg gut aufgeschlossen, der vom nördlichen Dorfausgang nach NW zieht. Sie enthalten als Einlagerungen gelblich-bräunliche Sandsteinbänke sowie dunkle, graublaue, im Ausgehenden gelblich ausbleichende, ebenflächige Tonschiefer. Diese Sandsteine, sowie die dunklen Tonschiefer sind durch alle Übergänge mit den gelben Schiefern verbunden und bilden mit ihnen eine zusammenhängende Ablagerung, die nach NW etwa bis an das Wegekreuz bei 580,2 anhält. Aber auch nach SO zu läßt sich die gleiche Ablagerung weiter verfolgen. Zu ihr gehörige festere Grauwacken bilden die Höhe 570,1 (nördlich Hontheim) und sind an deren Südhang in einem Steinbruch aufgeschlossen. Es folgen nach SO dunkle Schiefer, die an der dem Profil zugrunde gelegten Fahrstraße von Punkt 470,2 an und namentlich unterhalb des Kirchhofs in guten Aufschlüssen anstehen. Daran schließt sich endlich wieder eine Folge gelblicher Schiefer und bräunlicher Grauwacken, die von der Ostecke der Kirche bis über die Häuser bei 527,5 (Sellericher Höhe) anhalten und auch in sich noch eine (oder mehrere) Lage von dunklem Tonschiefer einschließen. Die zuletzt genannten Schiefer und Grauwacken sind auch unmittelbar nördlich unseres Profils in den Steinbrüchen zu beobachten, die 4—500 m nordnordöstlich von 527,5 liegen, und südlich des Profils in der Grube am Wegekreuz halbwegs zwischen 527,5 und dem Knieberg.

Inwieweit bei dem angegebenen petrographischen Wechsel tektonische Wiederholungen mitsprechen, bleibe hier unerörtert. Stratigraphisch bleibt die gesamte Schichtenfolge in jedem Fall eine Einheit, wie schon aus der an zahlreichen Punkten zu be-

obachtenden einheitlichen Fossilführung hervorgeht. Diese Fossilien finden sich weniger häufig in den Schiefern, wenn sie auch in ihnen immer wieder einmal in einzelnen Bänken auftreten, als in den Sandsteinen und Grauwacken. Von diesen lieferten wieder die in den beiden genannten Steinbrüchen abgebauten Lagen das wenigste Material, um so mehr aber die Höhe 570,1 (Felder) und der Schneifelabhang südöstlich 580,2 (Aufschlüsse in den Regenrissen des Weges und Lesesteine auf den Feldern). Bemerkenswerte Fossilbänke finden sich in der kleinen Grube 150 m östlich der Hontheimer Kirche an der Straßenböschung, wo sie zurzeit aufgeschürft werden müssen. Über einer kakaobraunen, fossilerfüllten Sandsteinbank liegen hier dunkle, *Tropidoleptus* und Zweischaler führende Tonschiefer und in diesen Algenrasen, welche aus den nebeneinandergepackten Schraubenknäueln von *Spirophyton eifliense* Kayser pflasterartig zusammengesetzt sind (Rud. und E. Richter, 1918, p. 158).

Die gleiche Verbindung mit Grauwacken und dunklen Schiefern zeigen auch die, in der Literatur als fraglich erwähnten, „gelben Schiefer" des Schneifelhauses (Grube 170 m östlich des Hauses, an der Straße Sellerich—Bleialf). Grauwacken überstreuen hier z. B. die Felder östlich und westlich von Punkt 560,6 mit Lesesteinen fossilführender Bänke, und dunkle Schiefer stehen an der genannten Straße westlich des Forsthauses Sellerich an.

Alle in dem besprochenen Hontheimer Profil gefundenen Faunen (s. die folgende Liste) stimmen unter sich im wesentlichen überein und erweisen durch die Anwesenheit von *Tropidoleptus carinatus* var. *rhenanus*, *Cryphaeus Drevermanni*, *Acaste Schmidti*, *Homalonotus rhenanus* und *H. armatus* ihre Zugehörigkeit zur Stufe des *Spirifer Hercyniae*. Es handelt sich um Unterkoblenz-Schichten von einer Entwickelung, die paläontologisch und petrographisch der Stadtfelder vollständig entspricht. Alle die bezeichnenden Gesteinstypen der Stadtfeld-Dauner Gegend[1] kehren hier in gleicher Ausbildung wieder. Erst „Am Kopp" (553,9) folgen als normales Hangendes auf die Stadtfelder Schichten die Roten Schichten, zunächst mit ihren grünlichen, nur Pflanzenhäcksel führenden „Hasselsteinen" (quarzitischen, plattigen Sandsteinen) und dann, an der südöstlich gelegenen Schlinge der Straße Hontheim—Niedermehlen, mit den bezeichnenden roten Bröckelschiefern. Nach NW reichen die fossilführenden Unterkoblenz-Schichten, wie erwähnt, bis etwa 580,2. (Nordwestlich 580,2 beobachtet man, ehe

[1] Die hellen Quarzite des „Rödder", die braunen Plattensandsteine des Kahlenberges mit festgebundenem Korn und häufiger Außenrötung, die Sandsteine des Wieselsgrabens mit bröckelndem, gröberen Korn, helle Sandsteine mit unversehrten Kalkschalen usw. Nur für die Humerich-Bank mit ihrer besonderen und vorzüglichen Erhaltungsweise hat sich an der Schneifel bisher noch kein Gegenstück gefunden.

man den Koblenz-Quarzit erreicht, noch dunkle, krummflächige, klüftige Schiefer, in denen wir eine fossilführende Bank freilegten, deren durch die Häufigkeit von *Spirifer arduennensis* ausgezeichnete, anscheinend abweichende Fauna hier noch nicht mit aufgeführt worden ist.)

Die Verhältnisse, welche die beiden anderen, weiter östlich gelegenen Profile zeigen, entsprechen dem von Hontheim so sehr, daß eine kurze Erörterung genügt.

Die Prüm—Aachener Straße, welche vom Koblenz-Quarzit des Kalvarienberges an durch die Roten Schichten des Schneifelvorlandes führt, zeigt schon am östlichen Abhang des Lauzenberges auf den Feldern östlich der Straße die Fossilien der Unterkoblenz-Stufe. Die Hasselsteine und bunten Bröckelschiefer der Roten Schichten sind hier bereits durch Sandsteine von Stadtfelder Fazies abgelöst, welche im Bereich der weiter nach Norden verlaufenden Straße immer wieder mit fossilführenden Bänken auf den Feldern zu beobachten sind. Diese Stadtfelder Sandsteine und Grauwacken stehen auch hier wieder in Verbindung mit den bewußten „gelben Schiefern", welche bei Knaufspesch in dem Hohlweg, der von Punkt 607,4 nach NW zieht (etwa 170 m nordwestlich dieses Punktes), unmittelbar an den Quarzit stoßen. Auch hier nähert sich also der Quarzit keineswegs den Roten Schichten, sondern bleibt von ihnen wie bei Hontheim durch ein 2 km breites Band normaler Unterkoblenz-Schichten getrennt.

Diese Unterkoblenz-Schichten werden im Fortstreichen dann auch in dem dritten Profil, das wir durch Neuendorf und Neuenstein legen, in gleicher Weise wieder angetroffen. Wir nennen als Fundpunkte von guter Erhaltung die Felder um die Höhe unmittelbar südlich des Neuensteiner Hofes. Hier grenzen die Unterkoblenz-Schichten infolge des auch von Viëtor beschriebenen Linienverlaufs der Schneifelüberschiebung nicht mehr an den Quarzit, sondern an jüngere Schichten in dessen Hangendem. Es stellen sogar die bei Neuenstein, zumal in dem nach SW führenden Hohlweg und am Prümufer (nicht die am Ormonter Wasserwerk) fossilreich aufgeschlossenen Schichten kein Oberkoblenz dar, sondern schon Untere Calceola-Schichten, welche hier wie auch in der Prümer Mulde häufig (vergl. die Nohner Schiefer Schulz' in der Hillesheimer und Quiring's in der Ahrdorfer Mulde) in einer sandig-schiefrigen Fazies entwickelt sind, die dem gleichzeitigen Lenneschiefer des Sauerlandes sehr ähnlich ist.

Zusammengefaßt läßt sich also sagen: Ein breiter Gürtel von Unterkoblenz-Schichten Stadtfelder Entwickelung läuft im Norden des Bandes der Roten Schichten des Schneifelvorlandes und bildet überall den hangenden Flügel der Schneifelüberschiebung. Wie die Gesteinsausbildung (s. o.), so entspricht auch die auf viele

Punkte verstreute Fossilführung dieses Gürtels durchaus den Stadtfelder Verhältnissen. Bisher ist freilich aus dem gesamten Unterkoblenz-Zuge überhaupt nur ein einziges und gleichgültiges Fossil bekannt und an versteckter Stelle aufgeführt worden (bei Dechen. 1884, p. 128): eine *Anoplotheca venusta* von Hontheim, was dazu beitrug, den ganzen fossilreichen Landstrich zu verkennen. Einzig Dewalque muß hier irgendwelche, uns unbekannt gebliebene Beobachtungen gemacht haben, da seine Karte südlich der Schneifel eine schmale Zunge von r_4 (Vireux) verzeichnet. Wir stellten in den besprochenen Profilen 45 Arten fest, die wir (mit Ausnahme der nichtsbesagenden *Modiola* sp. aff. *lodanensis* und *Spirophyton eifliense*) sämtlich bei Oberstadtfeld wiederfanden, und zwar in einer davon nicht zu unterscheidenden Erhaltung. Wir geben im Folgenden eine Liste unserer, dem Senckenbergischen Museum in Frankfurt a. M. überwiesenen Fauna, die in erster Linie zu Kartierungszwecken gesammelt wurde und sich leicht vermehren ließe.

Die Ziffern der Liste beziehen sich auf folgende Fundpunkte: *1* = die erwähnte Grube 150 m östlich der Hontheimer Kirche: *2* = Felder südlich und südöstlich des Gipfels von Höhe 570,1; *3* = am fahrbaren Hohlweg nordwestlich Hontheim, und zwar 600 m südöstlich von Punkt 580,2; *4* = am gleichen Wege, 250 m südöstlich 580.2; *5* = Felder östlich und westlich von Punkt 560.6 (östlich des Schneifelhauses); *6* = Felder an der Prüm—Aachener Straße, 1600 m südsüdöstlich Knaufspesch; *7* = Felder auf der Höhe unmittelbar südlich der Neuensteiner Höfe. (S = Oberstadtfeld.)

2. Der symmetrische Bau der Eifelmulde in ihrem Abschnitt südlich der Schneifel.

Der Nachweis eines Zuges von normalem Unterkoblenz im Süden der Schneifel berührt über die örtliche Kartenverbesserung hinaus noch weitere Fragen.

Auf dem Südflügel der großen Ösling-Eifel-Mulde sind die Unterkoblenz-Schichten in den letzten Jahren als ein breites, zusammenhängendes Band nachgewiesen worden, welches die Mulde von Belgien herüber durch Luxemburg und die Westeifel bis über Daun hinaus begleitet. Es gelang das — im Gegensatz zu der von Gosselet und 1904 noch von de Dorlodot vertretenen, von Kayser schon 1886 (p. 296) angezweifelten Anschauung über das Fehlen dieser Stufe in Luxemburg — durch die Fossilfunde an der Schüttburg (Asselbergs p. 66, Leidhold p. 341), bei Erpeldingen und Gemünd a. d. Ur (Asselbergs p. 72) und die Verfolgung dieser luxemburgischen Unterkoblenz-Vorkommnisse durch die Spezialkartierung Leppla's auf Blatt Dasburg—Neuerburg und Waxweiler und die Begehungen Asselbergs' bis zu ihrem Anschluß an die altbekannten Fundpunkte des Killeinschnitts.

Auf dem Nordflügel aber waren — wir sehen hier von der „bande ahrienne de Schleiden" (Dumont p. 179) und anderen

Fundpunkte:	1	2	3	4	5	6	7	S
1. *Cryphaeus Drevermanni* Rud. Richter	1	2	.	.	.	.	7	S
2. *Acaste Schmidti* Rud. Richter	1	.	.	.	5	.	.	S
3. *Homalonotus (Digonus) rhenanus* Koch	1	2	3	.	.	6	7	S
4. — *(Burmeisteria) armatus* Burmeister	1	2	.	4	.	.	7	S
5. *Beyrichia* sp.	.	.	.	.	.	6	.	S
6. *Pleurotomaria (Bembexia) daleidensis* F. Roem.	1	.	.	.	.	.	.	S
7. *Bellerophon (Phragmostoma) rhenanus* Drev.	1	2	.	.	.	.	.	S
8. — *(Bucanella) bipartitus* Sandberger	1	.	.	.	.	.	.	S
9. — *(Bucania?) sphaericus* K. Walther	1	.	.	.	.	.	.	S
10. *Tentaculites scalaris* Schlotheim	1	2	3	.	5	.	7	S
11. *Leiopteria crenato-lamellosa* Sandberger	1	2	.	.	.	6	.	S
12. — *pseudolaevis* Oehlert	.	2	.	.	.	.	.	S
13. *Pterinaea (Cornellites) costata* Goldfuss	1	.	.	.	.	.	.	S
14. *Modiola antiqua* Goldfuss	1	.	.	.	.	.	.	S
15. — sp. aff. *lodanensis* Beushausen	1	.	.	.	.	.	.	.
16. *Modiomorpha* sp.	1	.	.	.	.	.	.	S
17. *Nuculana securiformis* Goldfuss	1	.	.	.	.	.	.	S
18. *Cucullella elliptica* Maurer	1	.	3	.	.	.	.	S
19. — *truncata* Steininger	1	.	.	.	.	.	.	S
20. — *solenoides* Goldf., var. *cultrata* Sandberger	1	2	.	.	.	.	.	S
21. *Ctenodonta (Palaeoncilo) Maureri* Beush.	.	.	.	.	.	6	.	S
22. — (—) —, var. *dunensis* Beushausen	1	2	.	.	5	.	.	S
23. — (—) *unioniformis* Sandberger	1	2	.	.	.	6	.	S
24. *Prosocoelus Beushauseni* Fuchs, var. *aequivalva* R. u. E. Richter	1	.	.	.	.	.	.	S
25. *Carydium sociale* Beushausen	.	.	.	.	5	.	.	S
26. *Tropidoleptus carinatus* Conr., var. *rhenanus* Frech	1	2	3	4	.	6	7	S
27. *Megalanteris Archiaci* Suess	1	.	3	.	.	.	7	S
28. *Trigeria Gaudryi* Oehlert	.	2	.	.	5	.	7	S
29. *Spirifer subcuspidatus* Schnur	.	2	.	4	.	.	7	S
30. — *carinatus* Schnur	.	.	.	.	.	6	.	S
31. — sp.	.	.	.	.	5	.	.	S
32. *Athyris undata* Defrance	1	.	.	.	.	.	.	S
33. *Camarotoechia daleidensis* F. Roemer	1	2	.	.	.	6	.	S
34. *Uncinulus antiquus* Schnur	.	.	3	.	.	.	.	S
35. *Chonetes sarcinulata* Schlotheim	1	2	3	.	.	6	7	S
36. — *oblonga* Fuchs	.	2	.	.	.	.	.	S
37. — *plebeja* Schnur	1	2	3	.	5	6	7	S
38. *Dalmanella circularis* Sowerby	.	2	3	4	.	.	.	S
39. *Schizophoria provulvaria* Maurer	.	.	3	.	.	.	.	S
40. *Orthothetes umbraculum* Schlotheim	1	.	.	.	.	.	.	S
41. *Strophcodonta* sp.	1	.	.	.	.	.	.	S
42. *Fenestella* sp.	1	.	.	.	.	.	.	S
43. *Pleurodictyum problematicum* Goldfuss	1	2	.	.	.	.	.	S
44. *Alveolites* sp.	1	.	.	.	.	.	.	S
45. *Spirophyton eifliense* Kayser	1	.	.	.	.	.	.	.

Wiederholungen der Nordeifel ab — entsprechende Unterkoblenz-Schichten bisher nur im westlichsten Teil der Mulde paläontologisch nachgewiesen worden, nämlich in Luxemburg (bei Heinerscheid durch Asselbergs, p. 76) und im Daleider Grenzgebiet zwischen Ur und Irrsen durch Leppla (Blatt Dasburg—Neuerburg). Weiter im Osten konnten sie bislang noch durch kein Fossil belegt werden und mußten daher in diesem Sinne als „unbekannt" bezeichnet werden (Follmann 1915 p. 21). Die Auffindung der vom südlichen Schneifelabhang angegebenen Faunen zeigt nun, daß normale Unterkoblenz-Schichten auch im Nordflügel mit einem breiten Bande vertreten sind, das sich nach Osten zum mindesten bis über den Oberlauf der Prüm hinaus fortsetzt.

Der Bau der großen Eifelmulde offenbart dadurch auch hierin auf beiden Flügeln eine weitgehende Symmetrie der stratigraphischen Glieder, die innerhalb des betrachteten Gebietes auch in ihrer faziellen Ausbildung noch keine wesentlichen Änderungen aufweisen. Diese Symmetrie findet sich dementsprechend in den Umrahmungen der einzelnen, durch Bodenfaltung der großen Mulde hier hervorgegangenen Teilmulden wieder, soweit nicht die Tektonik einzelne Glieder unterdrückt hat. Im Norden wie im Süden folgen auf die durch ihre Fauna ausgewiesenen Unterkoblenz-Schichten regelmäßig die Klerfer Schichten (= Roten Schichten der Eifel), auf diese der Koblenz-Quarzit (= Berler Quarzit), dann die eigentliche Oberkoblenz-Stufe und das Mitteldevon.

3. Die Klerfer Schichten

(die „Roten Schichten der Eifel", „Vichter Schichten" z. T.).

Benennung und Begriffsentwicklung. Der Name „Vichter Schichten" ist wiederholt bekämpft worden, am eingehendsten von Holzapfel (u. a. 1900, p. 217; cf. Dewalque, 1903—1904, p. BB 7) mit dem Einwand, daß er bei Aachen einen anderen Sinn habe als in der Prümer Mulde. Was aber wichtiger ist und auch von Holzapfel in seiner darum ungeklärt bleibenden Erörterung übersehen wurde, ist, daß der Begriff „Vichter Schichten" auch in der Prümer Mulde zwei verschiedenaltrige, nicht einmal aufeinanderfolgende und nur in ihrer Rotfärbung übereinstimmende Schichtenglieder zusammenwirft. Eine Verkennung des Nimsprofils südlich Schönecken hatte nämlich dahin geführt, die leeren Klerfer Schichten als ein Zubehör des fossilreichen Wetteldorfer (*auriculatus*-) Sandsteins anzusehen und sie mit diesem — obgleich durch den Koblenz-Quarzit und die Wiltzer Schiefer von ihm getrennt — als „Vichter Schichten" zwischen Wiltzer Schiefer und Mitteldevon als jüngste Unterdevonbildung einzuschalten (Kayser 1871 p. 312):

„Vichter Schichten"	Wetteldorfer Sandstein
	Wiltzer Schiefer
	Koblenz-Quarzit
„Vichter Schichten"	Klerfer Schichten.

Wohl erkannten einige Forscher bald (Ribbentrop p. 104, Fiebet, klar aber erst Kayser selbst 1881 p. 618, 1887 p. 808 und spätere), daß der eine Bestandteil des Begriffs „Vichter Schichten" — nämlich der den Klerfer Schichten entsprechende — tiefer, in das Hangende der Dauner Grauwacken zu stellen sei. Da man aber die Verkoppelung des Begriffs aus zwei fremden Bestandteilen nicht löste, so behob jene Erkenntnis die Mißverständnisse nicht. Denn während ein Teil der Literatur die „Vichter Schichten" nun schlechthin in das Liegende des Koblenz-Quarzits verweist, spricht ein anderer Teil (Dechen 1876 p. 137, 1884 p. 118; Holzapfel 1900 p. 217; de Lapparent 1906 p. 858) weiter von „Vichter Schichten", die das unmittelbare Liegende des Eifler Kalks bilden sollen. Der Begriff „Vichter Schichten" muß endgültig fallen.

Dasselbe gilt aber auch von dem Ausdruck „Schichten von Birresborn", worunter Grebe dieselben beiden Schichtenglieder verwirrte, und nichts anderes tat offenbar F. Roemer (p. 17) mit seinem Gebrauch der örtlichen Bezeichnung „Hassel". Hassel wäre an sich keine ungeeignete Bezeichnung der Klerfer Schichten, da die Bevölkerung darunter meist recht scharf die eigentümlichen glimmerreichen plattigen, festen, überwiegend grünlichen Grauwackensandsteine versteht, welche im Wechsel mit den weinroten und grünen Bröckelschiefern die Klerfer Schichten zusammensetzen und ihren Übergang zu den liegenden fossilreichen Unterkoblenz-Gesteinen vermitteln.

Es empfiehlt sich aber, auch gegenüber der Neubenennung nach einem Eifler Ort, die im benachbarten Luxemburg eingebürgerte und eindeutige Bezeichnung Klerfer Schichten auch für die Eifel beizubehalten.

Über die Altersfolge der einzelnen Unterdevonglieder, wie sie im vorigen Abschnitt angegeben wurde, besteht heute allgemeine Übereinstimmung. Umstritten ist allein noch die Parallelisierung der Klerfer Schichten mit den am Rhein unterschiedenen Stufen, aber auch darin haben sich die Gegensätze verringert. Seitdem Leppla (1916 p. 4) ihre Zurechnung zur Oberkoblenz-Stufe zugunsten der de Dorlodot'schen Auffassung hat fallen lassen, stehen sich nur noch zwei Anschauungen gegenüber: Auf der einen Seite die Ansicht von Kayser (1887 p. 811), welcher die Klerfer Schichten dem Koblenz-Quarzit zurechnete, den sie ganz oder teilweise vertreten sollen; diese Ansicht ist später in gewissem Sinne von Frech (1889 p. 199), namentlich aber von Holzapfel (1893 p. 101) und neuerdings von Asselbergs und Leidhold vertreten worden. Auf der anderen Seite steht de Dorlodot, der die Klerfer Schichten in die Unterkoblenz-Stufe verweist; seiner Meinung haben sich inzwischen Leppla und Viëtor angeschlossen.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß die Klerfer Schichten mit ihren höheren Teilen örtlich auch noch die älteren Bildungen des Koblenz-Quarzits vertreten können. Dafür spricht z. B. die vom Nordrand zum Südrand der Prümer Mulde stark abnehmende Mächtigkeit des Koblenz-Quarzits, die zu der Vorstellung führt, daß seine Unterfläche starke Unregelmäßigkeiten aufweist, also auf

Kosten oder zugunsten der Klerfer Schichten. Für weniger abweichend von einem Horizont möchten wir nämlich die ursprüngliche Oberfläche des Quarzits ansehen, wenigstens im Bereich der Wiltzer Schiefer, da der jähe Sedimentationsumschlag beim Einsetzen dieser Schiefer ein allgemeineres Ereignis gewesen sein wird als der Übergang der Klerfer Schichten zum Quarzit. Anscheinend finden sich auch schon innerhalb der Klerfer Schichten Bänke eines rötlichen Quarzits, welche auf die kommende Ablagerung des Koblenz-Quarzits hinweisen.

Die Hauptmasse der Klerfer Schichten aber, die ja den Koblenz-Quarzit überall im Gebiet in ansehnlicher Mächtigkeit unterlagern, gehört danach doch wohl der Unterkoblenz-Stufe an, und aus dieser Erwägung haben auch wir auf unseren Karten die gesamten Klerfer Schichten praktisch der Unterkoblenz-Stufe zurechnen müssen.

Der direkte, paläontologische Nachweis für ein Unterkoblenz-Alter der Klerfer Schichten konnte auch von uns noch nicht erbracht werden: Überall, wo sie im besprochenen Gebiet typisch entwickelt sind, gähnen sie in völliger Fossilleere, abgesehen von der Pflanzenspreu in den Hasselsteinen. Eine zwischen Wiltz und Merkholz entdeckte und gesammelte Fauna ist uns durch die Zeitverhältnisse unzugänglich.

Indirekt ließe sich ein Beweis dadurch führen, daß lediglich ältere Faunen der Unterkoblenz-Stufe unter den Klerfer Schichten zutage treten, daß diese also die jüngeren Faunen der Stufe verdecken. Eine Zonengliederung des Eifler Unterkoblenz ist aber noch nicht geschaffen. Einen Anhalt könnte man einstweilen darin erblicken, daß wir in jenen Faunen allenthalben *Prosocoelus Beushauseni* Fuchs, var. *aequivalva* aufgefunden haben (1918 p. 155; so bei Hontheim, an der Schüttburg und neuerdings am Geweberhof bei Plütscheid). *Pr. Beushauseni* bezeichnet aber nach Fuchs am Rhein das ältere Unterkoblenz [1].

Die untere Grenze der Klerfer Schichten wird durch petrographische Übergänge unscharf. Immerhin läßt das Ausbleiben

[1] Es bleibt abzuwarten, ob diesem Fossil auch für die Eifel eine solche stratigraphische Bedeutung zukommt. Der nächstverwandte *Prosocoelus pes anseris* wird ja noch vom Nellenköpfchen und von Singhofen genannt, wenn auch die Art entgegen Anm. 4 bei Herrmann p. 174 in jüngeren Schichten als Unterkoblenz nicht mehr vorhanden ist. Dem entspricht, wie mir Herr Prof. Follmann mitteilt, auch das Material der Schwerd'schen Sammlung in Koblenz. Dagegen bezieht G. Dahmer (Jahrb. k. preuß. geol. Landesanst. für 1916. 37. p. 511. Taf. 39 Fig. 4) neuerdings eine Form des Harzer Oberkoblenz auf *Prosocoelus* sp. aff. *pes anseris* Beush., welcher mit unserem *Pr. Beushauseni* var. *aequivalva* ident ist. Seine Figur scheint sich durch den mehr vorgezogenen Wirbel und die geringere Vorbuchtung des Vorderrandes allerdings schon mehr dem Typus der sonstigen Oberkoblenzer Arten anzuschließen. Ein Urteil sei jedoch bis zum Vergleich des Urstücks zurückgehalten.

bunter Einlagerungen, das Auftreten von Fossilien und der Ersatz der grünlichen Hasselsteine durch mehr gelblich-bräunliche Sandsteine doch zumeist keinen Zweifel, sobald man sich in den „normalen" Unterkoblenz-Schichten, d. h. solchen von Stadtfelder Fazies, befindet. Und diese bilden in unserem Gebiet überall die Unterlage.

De Dorlodot erblickte in den Klerfer Schichten nur eine Fazies, welche im SW der Mulde, also in Luxemburg und in der Westeifel, die ganze Unterkoblenz-Stufe verträte, im Fortstreichen nach NO aber in die Schichten von Zendscheid und durch diese in die klassischen Unterkoblenz-Ablagerungen von Stadtfeld—Daun übergehe. Noch stärker betonte diesen unbeständigen Fazies-Charakter Viëtor (p. 8, 34, 62), wenn er auch für Luxemburg, wo inzwischen die Schüttburg-Fauna nachgewiesen war, eine Unterlagerung der Klerfer Schichten durch normale Unterkoblenz-Grauwacken als Regel gelten läßt (p. 9).

Wir finden aber, daß diese in Luxemburg zu beobachtende Altersbeziehung allgemeinere Geltung hat und können — zunächst für das ganze Gebiet der Eifel—Ösling-Mulde westlich des Killprofils — die Behauptung aufstellen, daß die Klerfer Schichten von der Unterkoblenz-Stufe nirgends mehr als den oberen Teil vertreten, dieses aber regelmäßig tun, und daß die untere Abteilung der Stufe überall als normales Unterkoblenz unter den roten, leeren Ablagerungen vorhanden ist.

Im Gebiet westlich der Nims scheint uns der Beweis für unsere Behauptung bereits erbracht zu sein. Für den Südflügel und den westlichsten Zipfel des Nordflügels zeigen Leppla's Kartenblätter Dasburg—Neuerburg und Waxweiler in klarer Weise die Unterlagerung der Roten Schichten (tut und tur) durch normales Unterkoblenz und verzeichnen in diesem eine Reihe von Fundpunkten. Wir sammelten an solchen, z. B. bei Plütscheid, eine ansehnliche Fauna, die ebenso wie der Gesteinscharakter ganz der Ausbildung von Stadtfeld und Honthcim entspricht. Ähnliches gilt für das Nimsprofil nördlich Seffern, wo freilich der Buntsandstein das Liegende der Klerfer Schichten, also das typische Unterkoblenz, schon verdeckt und uns südlich der Huscheider Mühle nur dürftige Fossilbänke unweit roter Einlagerungen zu Gesicht kommen ließ.

Die symmetrische Anordnung der normalen Unterkoblenz-Schichten muldenauswärts der Klerfer Schichten, die sich aus dem Vergleich dieser Beobachtungen im Süden mit den vorstehenden Ausführungen über den Hontheimer Zug im Norden ergibt, genügt uns als Beweis dafür, daß die angenommene Beständigkeit der Unterlagerung der Klerfer Schichten durch Schichten von Stadtfelder Fazies zum mindesten bis an das Nimsprofil reicht.

Dabei wollen wir der Trennungslinie zwischen normalem Unterkoblenz und Klerfer Schichten noch nicht den Wert einer in fester Höhe bleibenden stratigraphischen Grenze beilegen, was

bei Schichten der roten Fazies, die in Belgien und in der Nordeifel so viel jüngere Glieder ergreift, ja von vornherein unratsam wäre. Aber auch für das Gegenteil fehlt der Beweis. Erst genauere Untersuchung der unter den Klerfer Schichten zutage tretenden Faunen könnte ein Urteil erlauben; dafür fehlen aber, wie gesagt, noch alle Vorarbeiten.

Die Unterkoblenz-Gebiete östlich der Nims.

Größere Abweichungen zeigen sich bei der Verfolgung der beiden Unterkoblenz-Glieder weiter nach Osten, mit der sich die nächste Fortsetzung dieser Studien beschäftigen soll. Wir möchten aber hier schon, obwohl uns im Folgenden nur Begehungsskizzen als Unterlage dienen, einige Gesichtspunkte angeben, die uns begründet genug erscheinen, um die größere Beweislast der gegenteiligen Auffassung zufallen zu lassen.

Östlich der Nims liegen, durch Buntsandsteinbedeckungen getrennt, die beiden Unterkoblenz-Gebiete des Killtals und der Stadtfelder Gegend, genauer der Gegend zwischen Salm und Daun, welche nicht nur an den berühmten Fundorten, sondern allenthalben reiche Fossillager enthält.

De Dorlodot legte großen Wert auf den von ihm erstrebten Nachweis, daß die Unterkoblenz-Schichten des Killtals, die er sich allgemein in der roten Zendscheider Fazies entwickelt und als Fortsetzung eines westlichen Anschlusses von Klerfer Schichten dachte, in die normalen Ablagerungen von Stadtfeld homotax übergehen. So einfach liegen die Verhältnisse aber nicht, und es ist dreierlei zu beachten:

1. Im Killtal ist durchaus nicht alles Unterkoblenz als „Zendscheider Schichten“ entwickelt, d. h. als rote, glimmerreiche, sandig-schiefrige Gesteine mit Fossilführung. Es ist vielmehr auch normales Unterkoblenz von Stadtfelder Gesteins- und Fauneuzusammensetzung in ausgedehntem Maße vorhanden (nördlich der nördlichsten Häuser von Zendscheid und südlich von Densborn auf die Erstreckung eines Kilometers nach Süden).
2. Nicht Klerfer Schichten setzen diese normalen Unterkoblenz-Bildungen nach Westen fort, sondern der in Stadtfelder Fazies ebenso normal ausgebildete Unterkoblenz-Zug Plütscheid—Zweifelscheid. Es besteht also ein fortlaufender Zug solcher Schichten von Luxemburg bis Daun, dessen Zusammenhang auch im Killtal durch keinen Fazieswechsel unterbrochen wird.
3. Im Killtal sind im Liegenden des südlichen Quarzitzuges der Mürlenbach—Salmer Mulde auch die Klerfer Schichten in typischer Weise als rote und grüne Bröckelschiefer mit Hasseleinlagerungen entwickelt (im Bahneinschnitt vom Wärterhaus südlich Mürlenbach an nach Süden). Die Klerfer Schichten des Westens finden also im Killprofil ihre Fortsetzung in unveränderter Fazies.

Also neben normalem Unterkoblenz Stadtfelder Entwicklung und neben Klerfer Schichten finden sich im Killtal die fossilführenden roten Schichten von Zendscheid, und zwar in breitem Ausstrich, wenn auch die in der Literatur vielerörterte Fauna (von „Zendscheid" oder „St. Johann"), wie Frech betonte, nur der einen bekannten dünnen Bank entstammt. Frech hielt aus paläontologischen Gründen diese roten Fossilschichten des Killtals für eine obere Zone der Unterkoblenz-Stufe, zu Zeiten auch schon für eine Vertretung des Koblenz-Quarzits. Seine Auffassung ist von Kayser (1890 p. 434) angezweifelt und die paläontologische Beweisführung von Holzapfel (1893 p. 101) angefochten worden; auch das bis heute bekannte Kartenbild liefert für diese Anschauung noch keinerlei stratigraphischen Anhalt. Petrographische und sedimentationsgeschichtliche Erwägungen aber führen doch dahin, in Frech's Auffassung einstweilen die natürlichste Lösung zu sehen, indem sich dann die roten fossilführenden Zendscheider Schichten zwischen die Schichten von Stadtfelder Fazies und die Klerfer Schichten als eine, aber in vertikalem Sinne vermittelnde Übergangsbildung einschieben.

Maurer und Follmann (1891 p. 33) haben diese Zendscheider Schichten als die Fortsetzung der Halyseriten-Schichten des Nellenköpfchens bei Koblenz angesprochen und damit manchen Widerspruch gefunden. Trotzdem aber scheint uns darin ein beachtenswerter Hinweis zu liegen, und es kommen namentlich auch die Klerfer Schichten selbst als Äquivalent jener Halyseriten-Schichten (im engsten Sinne) in Betracht, die ja ganz die gleiche stratigraphische Stellung zwischen normalem Unterkoblenz und Koblenz-Quarzit einnehmen. Durch die von Follmann (1891 p. 12) beobachtete Geröllführung stellen sich jene Halyseriten-Schichten als die Bildung einer Regressionszeit dar, und eine solche erblickt man ja in den Klerfer Schichten ebenfalls.

In jedem Falle sind normale Unterkoblenz-Schichten und Klerfer Schichten im Killtal südlich der Mürlenbach—Salmer Mulde in typischer Ausbildung vorhanden.

Aber auch im Norden dieser Mulde folgen auf den Quarzit wieder Klerfer Schichten und halten bis an die Gerolsteiner Mulde an. (Nur in der Umgebung von 362,6 erscheinen, schon Asselbergs (p. M 88) aufgefallene Grauwacken, die an normale erinnern, uns aber bislang nur spärliche Fossilreste lieferten.) Nach einem letzten schönen Aufschluß stoßen diese Klerfer Schichten südlich Lissingen an die Cultrijugatus-Stufe des Gerolsteiner Muldenrandes. Die Grenzfläche selbst ist leider nicht zu sehen, und das Auftreten grüner und roter Lettenbänkchen innerhalb der Cultrijugatus-Bildungen läßt gewiß an einen zusammenhängenden Übergang denken. Viktor (p. 28) hielt es denn auch im Hinblick auf Erwägungen von Grebe und Raeff (p. 18) für wahrscheinlich, daß

alle diese Roten Schichten zwischen der Gerolsteiner und der Salmer Mulde gar keine Klerfer Schichten wären, sondern nichts anderes als Oberkoblenz von besonderer Fazies. Unterkoblenz fehle überhaupt. Wir glauben, daß die von Firket, Frech (1891 p. 166), Holzapfel (1893 p. 98), de Dorlodot, Asselbergs und anderen mit ansehnlicher Sprunghöhe angenommene Lissinger Randverwerfung der Gerolsteiner Mulde die natürlichere Erklärung bietet: Die erwähnten Roten Schichten zwischen den beiden Mulden sind dann in der Tat echte Klerfer Schichten; Koblenz-Quarzit und Oberkoblenz sind unterdrückt. Wir erinnern zum Vergleich an die von Kayser (1871 p. 304) entdeckte Randverwerfung im Süden der Prümer Mulde, welche mächtige Schichtenglieder auf die Länge einer Meile ausfallen läßt. Von diesem Standpunkt aus sind dann auch die Roten Schichten am Straßenkreuz südlich des Heidkopfes und an der Gees—Nerother Straße im Waldgestell 178 und südlich davon wiederum kein Oberkoblenz, sondern Klerfer Schichten, auf die im Süden die von Quarzitzügen eingefaßte Salmer Mulde folgt. Vorher erscheinen jedoch auch hier wieder (nordöstl. von Punkt 400) Grauwacken, welche, wie die eben bei 362,6 erwähnten, schon an eine Heraushebung von normalem Unterkoblenz denken lassen.

Wir sind der Meinung, daß Asselbergs' (Taf. IV Fig. 4) schematisches Killprofil, welches südlich der Lissinger Verwerfung eine (versteckte oder offene) Aufsattelung von normalen Unterkoblenz-Schichten verzeichnet, zutrifft und sich sogar verallgemeinern läßt. Darin, daß die fraglichen bunten Schiefer im Süden der Gerolsteiner Mulde nirgends mit Gesteinen von Oberkoblenz-Typus verknüpft sind (wie solche doch bei Mürlenbach und Neroth fossilführend vorhanden sind), daß sie vielmehr mit Gesteinen in Verbindung stehen, die nur an das normale Unterkoblenz erinnern, darin sehen wir ausreichende Berechtigung, um zu sagen: Die bunten Gesteine zwischen der Gerolsteiner und der Salmer Mulde müssen nach aller derzeitigen Kenntnis als Klerfer Schichten, also für älter als Koblenz-Quarzit angesprochen werden.

4. Der Koblenz-Quarzit (Berler Quarzit, Schneifelquarzit).

Über die Gleichsetzung des im Hangenden der Klerfer Schichten auftretenden Quarzits mit dem Koblenz-Quarzit besteht nach der erwähnten Zustimmung Leppla's, der sie bisher mit Grebe in die Mitte der Oberkoblenz-Stufe gestellt hatte, allgemeine Einmütigkeit. Gosselet (1888 p. 868) hat diese Auffassung für den Quarzit der Schneifel aus stratigraphischen Gesichtspunkten klar zum Ausdruck gebracht, gefolgt von de Dorlodot (p. 182), Asselbergs (p. 91) u. a. Später entstandene Zweifel hat Viëtor beschwichtigt.

Außer den Quarzitzügen der Schneifel, des Prümer Kalvarienberges und denen der Salmer Mulde treten im Gebiet noch einige weitere Züge auf, namentlich derjenige, welcher von de Dorlodot

nach einer Bemerkung Grebe's zwischen Vogelsheck und Hergenberg erwähnt wird, der sich aber am Südrand der ganzen Prümer Mulde entlang nach SW zieht. Örtlich wird er von einer hier zu beobachtenden Spezialfaltung betroffen, verbreitert oder wiederholt, welche unter Einbeziehung von Oberkoblenz und Mitteldevon zur Bildung der „Seiwerather Spezialmulde" geführt hat. Auf lange Erstreckung aber stellt sich dieser Quarzitzug als ein schmales, oft nur einige Meter breites Band dar. Er ist (z. B. bei Schweißtal, Heisdorf usw.) in Profilen aufgeschlossen, die auf wenigen Schritten ein besonders übersichtliches Bild der stratigraphischen Aufeinanderfolge bieten. Überall trennt der Quarzit die Klerfer Schichten, die noch in seiner nächsten Nähe die bezeichnenden roten Bröckelschiefer führen, von den Wiltzer Schiefern.

5. Die eigentliche Oberkoblenz-Stufe.

Die eigentliche Oberkoblenz-Stufe läßt in dem Muldenabschnitt südlich der Schneifel allenthalben eine Zweiteilung in ein unteres, überwiegend schiefriges, und ein oberes, sandiges Stockwerk erkennen. Dazu kommen in vollständigen Profilen, also am Rande der Kalkmulden, als drittes Glied noch die obersten Koblenz-Schichten, die Roteisensteinzone im weiteren Sinne, welche nicht nur petrographisch, sondern, wie wir an anderer Stelle zeigen, auch faunistisch gut gekennzeichnet ist.

Die Grenze Koblenz-Quarzit/Oberkoblenz ist in petrographischer Beziehung schärfer als alle anderen Schichtgrenzen unseres Gebietes. In kurzem Übergang, mitunter schlagartig, folgt hier auf den Koblenz-Quarzit eine schiefrige Ablagerung, in der sandige Einschaltungen zurücktreten. Es sind dies die an Fossilien so reichen Wiltzer Schiefer (oder Daleider Schichten), die demnach nicht oberes Oberkoblenz darstellen, wie Sandberger (p. 57) u. a. meinten — vielleicht von ihrer Gallenführung, die z. B. bei Wiltz schon unmittelbar über dem Quarzit einsetzen kann, an die rheinischen „Gallenschiefer" erinnert —, sondern an der Basis der (eigentlichen) Stufe beginnen. Im höheren Teil der Stufe stellen sich hier vielmehr ansehnliche Sandsteinbildungen ein.

Besonders klar ist dieser Aufbau im Süden der Prümer Mulde. Die untere Abteilung besteht aus den genannten Wiltzer Schiefern, d. h. grünlichgrauen Tonschiefern, mit nur untergeordnet eingelagerten Sandsteinbänkchen. Dachschiefer, wie sie sich im SW einstellen, fehlen. Es findet sich darin eine Oberkoblenz-Fauna von altertümlichem Anstrich; *Spirifer arduennensis* fällt durch seine Massenhaftigkeit auf. Im Gegensatz dazu setzt sich die obere Abteilung aus (in manchen Bänken sehr kalkreichen) Sandsteinen von brauner bis roter Farbe zusammen, in denen kompakte Bausteinlagen mit solchen wechsellagern, die ausschließlich aus Fossilien bestehen. *Sp. auriculatus* ist häufig, *Sp. subcuspidatus* bildet mit

seinen Varietäten *lateincisa* und *bilsteinicnsis* ganze Bänke für sich allein. Diese, sogar innerhalb des Oberkoblenz hochgestellten Sandsteine, die wir als „Wetteldorfer Sandstein" bezeichnen, sind es, welche früher als Vichter Schichten und Birresborner Schichten (s. o.) mit den unter dem Koblenz-Quarzit gelegenen Klerfer Schichten vereinigt worden sind; beide Bezeichnungen sind daher schon deshalb zu streichen.

Auf dem nördlichen Gegenflügel der Mulde sind die Wiltzer Schiefer im Prümtal bei Prüm aufgeschlossen. Darüber folgen auch hier Sandsteine, die an der Prüm—Büdesheimer Straße auf der Held in Steinbrüchen abgebaut werden. Sie sind ebenfalls reich an Fossilien (darunter den von Beushausen beschriebenen Grammysien und Drevermann's *Sp. prumiensis* und *Strophcodonta Steiningeri*). Mit ihrer weißlichen bis bräunlichen Farbe weichen sie von dem Wetteldorfer Sandstein ab. Lose Stücke können von solchen des doch durch die ganze Mächtigkeit der Wiltzer Schiefer getrennten Koblenz-Quarzits mitunter nicht unterschieden werden [1].

Im westlichen Teil der Eifelmulde ist der Wetteldorfer Sandstein noch nicht vorhanden. Auf Blatt Schönecken setzt er aber schon am Südrand (Steinbrüche bei Gesotz) in typischer Ausbildung ein und hält über das Killtal hinüber bis auf Blatt Daun an (Gruben südlich Rom; Gees—Nerother Straße, 500 m nordwestlich des Kirchhofs von Neroth). Über die Art seines Einsetzens im Westen und das Schicksal der Wiltzer Schiefer nach Osten, also über die Faziesgebiete, Gliederung und Grenzbildungen des Oberkoblenz, wird die angekündigte Darstellung [2] der gesamten Eifler Oberkoblenz-Fauna nähere Angaben bringen. Auch Vietor hat auf die fazielle Veränderung des Oberkoblenz nach NO hingewiesen, jedoch dabei nach unserer Auffassung auch Klerfer Schichten als Oberkoblenz angesprochen.

Hervorzuheben ist, daß sich in dem höheren Teil der Oberkoblenz-Stufe vereinzelt (Prümer Held) oder in größeren Mengen (Wetteldorf [3] und Neroth) Gerölle finden, die in dem übrigen Devon des Gebietes nirgends beobachtet werden konnten.

6. Verlauf der Sedimentation im Muldengebiet südlich der Schneifel.

Die Unterkoblenz-Stufe läßt nach einer anfänglichen Bildung von überwiegenden Schiefern bald neben solchen auch gröberklastische Gesteine, Sandsteine und rauhe Grauwacken, erscheinen. Sie sind frei von Geröllen, aber die Bewegtheit des Wassers zeigt sich darin, daß die zweiklappigen Muscheln und Brachiopoden meist

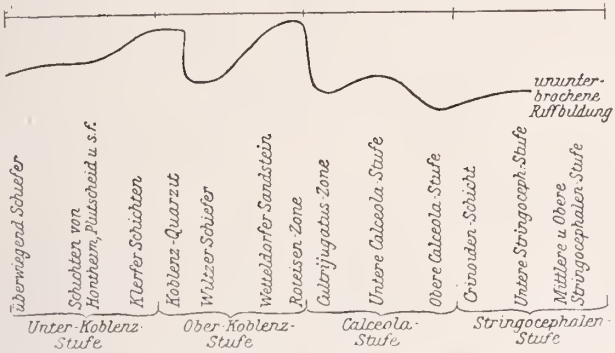
[1] So z. B. die von uns (1916 p. 253) erwähnten losen Fossilstücke. Sie gehören, wie uns ein Besuch inzwischen gezeigt hat, diesem quarzitischen Sandstein des höheren Oberkoblenz an.

[2] vergl. Erläuterungen zu Blatt Dasburg—Neuerburg, p. 16.

[3] vergl. Rauff, p. 21. Anm. 3 und Richter, 1914, p. 93.

getrennt und die Trilobitenpanzer fast stets in ihre Teile zerfallen sind. Die Fauna ist echt marin und oft reich an Brachiopoden, Cephalopoden und andere Trilobiten als die Sandfreunde *Homalonotus*, *Acaste* und *Cryphaeus* fehlen freilich fast ganz.

Im weiteren Verlauf der Unterkoblenz-Zeit tritt die Sedimentation völlig unter den Einfluß des Roten Nordlandes. Es lagern sich die an Wellenfurchen reichen, roten, fossilleeren Klerfer Schichten ab. Zum Verständnis dieser schwer erklärbaren Bildung hat Holzapfel und mit ihm de Dorlodot auf die Massen von rotem Schlamm hingewiesen, die ein lateritbedecktes Festland durch seine Ströme weit hinaus ins Meer schicken kann. Merkwürdig bleibt, wie der Schlamm alles Leben so restlos ersticken oder von der Fossilisation ausschließen konnte. Gleichzeitig mit den Klerfer



Die Schwankung der festländischen Einflüsse während der Devonablagerungen südlich der Schneifel (Prümer Mulde). — Vermutlich vollzog sich auch die Veränderung der Meerestiefe in einer ähnlichen Kurve.

Schichten bilden sich wahrscheinlich die geröllführenden Halyseriten-Schichten vom Nellenköpfchen bei Koblenz und, nach einer Vermutung von Frechs (1915 p. 87), die Rotschiefer der Ebbeschichten im sauerländischen Faziesgebiet. Die Regression des Meeres in der späteren Unterkoblenz-Zeit war also ausgedehnt. Im Verein damit darf auf die Tatsache hingewiesen werden, daß am Mittelrhein gerade das Unterkoblenz durch Porphyroidtuffe ausgezeichnet ist (Fuchs, 1907 p. 100; 1916 p. 63), also eine rege vulkanische Tätigkeit erlebte.

Es folgt eine weitverbreitete Ablagerung von reinem, weißem oder oft rötlichem Sande, welche diese Periode starker Festlandseinflüsse zum Abschluß brachte, der Koblenz-Quarzit. Dieser schließt sich sedimentationsgeschichtlich gewiß enger an die Klerfer Schichten an als an das Oberkoblenz. Örtlich betrachtet ist also Asselbergs' „Mittlere Koblenz-Stufe" (Emsien moyen) keine unnatürliche Einheit. Aber darin pflichten wir Vietor bei, daß die Tatsachen der allgemeinen Faunengeschichte entscheiden müssen. Auch der

Koblenz-Quarzit ist im ganzen noch lebensarm, birgt aber doch an vielen Stellen schon eine echte Meeresfauna. Wie sich seine Ablagerungstiefe bezw. Landnähe zu der der Klerfer Schichten verhält, bleibe dahingestellt.

Darauf setzten sich meist unvermittelt dunkle, unreine Tone ab, die Wiltzer Schiefer mit ihrem reichen Tierleben, welche festländische Einflüsse wieder mehr zurücktreten lassen, als es bisher der Fall war. Die dem rheinischen Unterdevon fremde Gattung *Proetus* erscheint vorübergehend häufiger. Molluskenschalen und Trilobitenpanzer bleiben oft zusammenhängend und erhalten sich unter bestimmten Umständen als „Daleider Versteinerungen" (Richter 1916). Bald aber machen sich die Einflüsse des Festlandes zum zweiten Male stärker fühlbar, denn es folgen die Sandsteine der höheren Oberkoblenz-Stufe. Sandige Kalke oder konglomeratische Bänke mit Kalk- und Quarzgeröllen, z. T. in „Eisenoolith" umgewandelt, schließen das Oberkoblenz ab und leiten zur Cultrijugatus-Stufe über, die also eigenartigerweise auf eine Zeit lebhaft bewegten Meeres folgt.

Mit den reineren Kalken der Cultrijugatus-Stufe zieht hier bekanntlich zum ersten Male eine an Formen des offenen Meeres reichere Fauna ein.

Einen Rückschlag stellen die Unteren Calceola-Schichten dar, die, häufiger aus Ton und Sand als aus Kalk aufgebaut, kein Aufblühen der Cultrijugatus-Fauna erkennen lassen. Manche Ablagerungen könnte man geradezu als „Lenneschiefer" ansprechen.

Die Obere Calceola-Stufe dagegen bringt eine neue Bereicherung durch Einwanderungen. Die Schwebeformen der Trilobiten und die Art ihrer Erhaltung (Richter, 1914 p. 94) zeigen das Vorwalten von stillem Meereswasser an. Es ist dies wohl diejenige Zeit des Mitteldevons, in der hier der Einfluß des Festlandes am meisten zurücktrat.

In der Crinoiden-Schicht halten diese Bedingungen, allmählich abklingend, an, während die Stringocephalen-Stufe sich rascher verflacht. Die Untere Stringocephalen-Stufe wiederholt in täuschender, oft doppelgängerischer Weise die Bildungen der Cultrijugatus-Stufe. Petrographisch ist die Übereinstimmung groß, und die Faunenzusammensetzung ist die gleiche, nur daß die meisten Gattungen in der Zwischenzeit ihre Arten geändert haben. Alsdann setzt eine Riffbildung ein, die bis zum Beginn des Oberdevons nicht mehr unterbrochen wird.

Senckenbergisches Museum, den 30. Dezember 1917.

Literatur.

(Von den zahlreichen einschlägigen Schriften sind nur die in der Arbeit berührten hier aufgeführt.)

Asselbergs, É.: Contribution à l'étude du dévonien inférieur du Grand-Duché de Luxembourg. Annales d. l. Société géol. de Belgique. 39. Mémoires. Lüttich. 1912.

Dechen, H. v., legt den neuen Abdruck der geologischen Übersichtskarte von Belgien und der Nachbargebiete von A. Dumont vor. Verhandl. d. naturhist. Ver. f. Rheinland u. Westfalen. 33. Jahrg. Corr.-Bl. p. 135. Bonn 1876.

— Erläuterungen zur geol. Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen etc. II. Bd.: Geol. u. pal. Übersicht der Rheinprovinz etc. Bonn 1884.

Dewalque, G.: Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines. 1 : 500000. 2e édition. 1903.

— Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines. 2e édition. Notice explicative. Annales d. l. Société géologique de Belgique. 31. p. BB 3—10. Lüttich 1903—1904.

Dorlodot, H. de: Age des couches dites „Burnotiennes" du bassin de l'Oesling. Ann. de la Soc. géol. du Nord. 33. Lille. 1904.

Dumont, A.: Mémoire sur les Terrains ardennais et rhénans de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant, et du Condros. Mémoires de l'Académie Royale des sciences etc. 22. Brüssel. 1848.

Firket, A.: Compte rendu de la Réunion extraordinaire tenue dans l'Eifel etc. Annales d. l. Soc. géol. de Belgique. 4. p. CLXXVI. Lüttich 1878.

Follmann, O.: Über die unterdevonischen Schichten bei Coblenz. Programm des Kgl. Gymnasiums zu Coblenz. Coblenz. 1891.

— Die Rheinlande. No. 11. Abriß der Geologie der Eifel. Verlag von G. Westermann, Braunschweig. 1915.

Frech, Fr.: Über das rheinische Unterdevon und die Stellung des „Hercyn". Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1889.

— Die devonischen Aviculiden. Abhandl. d. k. preuß. geol. Landesanst. Berlin. 1891.

— Lethaea geognostica. I. Teil. Lethaea palaeozoica. 2. 1. Lief. Stuttgart 1897.

Fuchs, A.: Die Stratigraphie des Hunsrückschiefers und der Unterkoblenzschichten am Mittelrhein etc. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Berlin 1907.

— Die Entwicklung der devonischen Schichten im westlichen Teile des Remscheid—Altenaer und des Ebbesattels. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. für 1915. 36. Teil II. Berlin 1915.

— Zur Stratigraphie und Tektonik der Porphyroidtuffe führenden Unterkoblenzschichten etc. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Monatsber. 68. Berlin 1916.

Gosselet, J.: Aperçu géologique sur le terrain dévonien du Grand-Duché de Luxembourg. Annales de la Soc. géol. de Belgique. 12. p. 260. Lüttich 1885.

— L'Ardenne. Paris 1888.

Grebe, H.: Über Aufnahmen in der Vorder-Eifel, an der Mosel und Nahe. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. für 1885. Berlin 1886.

Holzapfel, E.: Das Rheintal von Bingerbrück bis Lahnstein. Abhandl. d. k. preuß. geol. Landesanst. N. F. Heft 15. Berlin 1893.

Holzapfel, E.: Beobachtungen im Unterdevon der Aachener Gegend. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. für 1899. 20. p. 199. Berlin 1900.

— Die Fazies-Verhältnisse des rheinischen Devon. Koenen-Festschrift. Stuttgart (Schweizerbart) 1907.

Kayser, E.: Studien aus dem Gebiete des Rheinischen Devon. II. Die devonischen Bildungen der Eifel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1871.

— Über das Alter des Hauptquarzits der Wieder Schiefer und des Kahleberger Sandsteins im Harz: mit Bemerkungen über die hercynische Fauna im Harz, am Rhein und in Böhmen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 33. p. 617. Berlin 1881.

— Referat über J. Gosselet, Aperçu géologique sur le terrain dévonien du Grand-Duché de Luxembourg. N. Jahrb. f. Min. etc. Jahrg. 1886. I. p. 295. Stuttgart 1886.

— Über eine Bereisung des Hohen Venn. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 39. Briefl. Mitt. p. 808. Berlin 1887.

— Referat über F. Frech, Über das rheinische Unterdevon und die Stellung des „Hercyn". N. Jahrb. f. Min. etc. Jahrg. 1890. I. p. 433. Stuttgart 1890.

Lapparent, A. de: Traité de Géologie. II. 5e édition. Paris 1906.

Leidhold, Cl.: Die Quarzite von Berlé in Luxemburg, ihre Verbreitung und stratigraphische Stellung. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVI. 1913.

Leppla, A.: Die Koblenzschichten in der Südeifel und an der Mosel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Monatsber. 68. 1916.

Rauff, H.: Entwurf zu einem Geol. Führer durch die Gerolsteiner Mulde. Kgl. Preuß. Landesanst. Berlin. 1911.

Ribbentrop, A.: Über charakteristische Devon-Versteinerungen der Eifel. Verhandl. d. naturhist. Ver. f. Rheinland u. Westfalen. 33. Jahrg. Corr.-Bl. p. 103. Bonn 1876. [Eine für die Erkenntnis der Stratigraphie und Tektonik wichtige Mitteilung.]

Richter, Rud.: Das Übergreifen der pelagischen Trilobitengattungen *Tropidocoryphe* und *Thysanopeltis* in das normale Rheinische Mitteldevon etc. Dies. Centralbl. Jahrg. 1914. p. 85. Stuttgart 1914.

— Die Entstehung der abgerollten „Daleider Versteinerungen" und das Alter ihrer Mutterschichten. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. für 1916. 37. Teil I. p. 247. Berlin 1916.

Richter, Rud. und E.: Paläontologische Beobachtungen im Rheinischen Devon. I. Über einzelne Arten von *Acidaspis* etc. Jahrb. d. Nassauischen Ver. f. Naturkunde. Jahrg. 70. p. 143. Wiesbaden 1918.

Roemer, F.: Das Rheinische Übergangsgebirge. Hannover 1844.

Sandberger, F. v.: Über die Entwickelung der unteren Abteilung des devonischen Systems in Nassau etc. Jahrb. d. Nass. Ver. f. Naturkunde. Wiesbaden 1889.

Viëtor, W.: Über den Coblenzquarzit an der unteren Lahn, der Mosel und in der Eifel. Dissertation. Marburg. 1916.

Personalia.

Johannes Uhlig †.

Der zu Ende gehende furchtbare Krieg hat noch ein trauriges Opfer unter den Jüngeren unserer Wissenschaft gefordert: Johannes Uhlig ist am 3. Dezember 1918 in einem Feldlazarett im fernen Osten einer Lungenentzündung erlegen. Seit Anfang des Krieges im Heeresdienst, wurde er zuerst als Inspektorstellvertreter in einem Feldlazarett verwendet, sodann, seiner wissenschaftlichen Ausbildung mehr entsprechend, als Kriegsgeologe. Als solcher war er lange im Osten tätig, seit Frühjahr 1918 im Westen und von August ab in der Ukraine und der Krim. In Kertsch erreichte seine Formation der Befehl zum Rückzug, in Kiew wurde er von der Grippe befallen, zu der Lungenentzündung hinzutrat, die ihn in wenigen Tagen hinweggerafft hat, betrauert von allen, die den feinen, bescheidenen Mann kannten, beklagt von seiner schwergeprüften Mutter.

Am 20. Mai 1883 zu Mittweida i. S. geboren, hat Uhlig seine Studienzeit in Leipzig verbracht, unter Zirkel promoviert, zugleich sich mit den Methoden der Mineral- und Gesteinsanalysen vertraut gemacht. Durch seine Sorgfalt und Geschicklichkeit lernte er mehr und mehr die großen Schwierigkeiten überwinden, und durch manche zuverlässige Analyse hat er unsere Kenntnisse von der chemischen Zusammensetzung wichtiger Mineralien und Gesteine vermehrt; ich erinnere nur an Prismatin, an die Granaten aus vulkanischen Gesteinen des Niederrheins, an Caucrinit und Nephelin vom Laacher See, an Nephrit aus dem Harz und den Monazit von Bom Jesus. Auf diesem Gebiet durften wir noch viel von ihm erwarten, und sein Verlust ist für die Wissenschaft um so schmerzlicher, als in Deutschland die Zahl derer, welche die Methoden der quantitativen Analyse beherrschen, bedauernswert klein ist, selbst unter den Chemikern von Beruf. Der Nephrit im Harz ist von Uhlig anstehend gefunden worden, nachdem von Laspeyres bei Harzburg gesammelte „Neubildungen auf Klüften im Schillerfels“ von mir als Nephrit erkannt worden waren; in mehreren Abhandlungen hat er seine eingehenden Untersuchungen darüber niedergelegt.

10 Jahre lang war Uhlig Assistent am Mineralogischen Institut der Universität Bonn, 8 Jahre lang Privatdozent; für seine Vorlesungen aus dem Gebiete der Mineralogie und Petrographie hatte er in jedem Semester einen aufmerksamen Zuhörerkreis gefunden, baldige Beförderung stand in Aussicht, er sollte diese Freude nicht mehr erleben. Daß er auch einem weiteren Kreis sich mitzuteilen verstand, hat er durch seine Schrift über die Entstehung des Siebengebirges gezeigt. Wir alle, die wir ihn kannten, werden uns immer seiner erinnern, des frischen, immer munteren Kollegen, des sorgsamen zuverlässigen Forschers. R. Brauns.

Verzeichnis der Veröffentlichungen von Johannes Uhlig.

1. Die Gruppe des Flasergabbros im sächsischen Mittelgebirge. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 1907 u. Diss. Leipzig.
2. Untersuchung einiger Gesteine aus dem nordöstlichsten Labrador. Mitteil. des Vereins für Erdkunde. 1909.
3. Über Prismatin und Kryptotil von Waldheim in Sachsen. Zeitschr. f. Kristallogr. **47**. 1910.
4. Beitrag zur Kenntnis der Grauaten in vulkanischen Gesteinen und Auswürflingen des Niederrheins. Verhandl. des Naturhist. Vereins der preuß. Rheinlande u. Westf. **67**. 1910 u. Habilitationsschrift Boun 1910.
5. Nephrit im Harz. Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Bonn 1910.
6. Nephrit aus dem Harz. N. Jahrb. f. Min. etc. 1910. II.
7. Über Nephrit. Aus der Natur. Jahrg. 1911.
8. Über eine neue Methode, den wahren optischen Achsenwinkel im Dünnschliff zu bestimmen. Dies. Centralbl. 1911.
9. Caucrinit oder ein cancrinitähnliches Mineral vom Laacher See. Ber. über die Versamml. des niederrhein. geolog. Vereins. 1911.
10. R. Brauns und J. Uhlig: Cancrinit- und nephelinführende Auswürflinge aus dem Laacher Seegebiet. II. Chemische Untersuchung. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **35**. 1913.
11. Zur Kenntnis von Alunogen (Keramohalit) und Halotrichit. Dies. Centralbl. 1912.
12. Über das Löslichkeitsschema $KCl.MgCl_2$ und Wasser (Carnallitschema) bei 50°. Dies. Centralbl. 1913.
13. Über einen manganhaltigen Diopsid aus dem Radautal bei Harzburg. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **39**. 1914.
14. Der Nephrit von Harzburg. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **39**. 1914.
15. Die Synthese der Mineralien und Gesteine. Die Naturwissenschaften.
16. Monazit von Bom Jesus dos Meiras, Provinz Bahia, Brasilien. Dies. Centralbl. 1915.
17. Die Entstehung des Siebengebirges. (Die Rheinlande in naturwissensch. und geograph. Einzeldarstellungen. Herausgegeben von Dr. C. Mordziol. No. 10. Verlag von George Westermann. 1914.)

Ernannt: Der Geolog der bayrischen Geognostischen Landesuntersuchung Dr. **Matthäus Schuster** in München zum Landesgeologen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Schiebungen im Jordanit.

Von **Margarete v. Goetze** in Kiel.

Mit 3 Textfiguren.

Einleitung.

Da pseudosymmetrische Kristalle oft zu einfachen Schiebungen neigen, und der monokline Jordanit sowohl pseudorhombisch als pseudohexagonal ist, wurden drei Jordanitkristalle daraufhin untersucht.

Natürliche Schiebungen.

An zwei zwillingslamellierten Kristallen von Jordanit, die, mit Zinkblende verwachsen, aus dem Dolomit des Binnentals (Schweiz) herausgebrochen waren, bildeten die Prismen und Pyramiden mit den sie durchziehenden Lamellenoberflächen derartig kleine Winkel, daß die Annahme mechanischer Zwillinge nahelag; gewachsene Zwillinge weisen im allgemeinen größere Werte auf.

Tabelle 1.

Fläche	Güte des Reflexes	Winkel mit (010) gemessen	Winkel mit (010) berechnet
(130)	IV	33° 40½′ ± 0′	33° 59′
(250)	IV—V	38 38 ± ½	38 58
(120)	III	45 ½ ± 1	45 19
(230)	VIII	53 4 ± ½	53 26
(110)	VI	63 22½ ± 3	63 41½
(16$\bar{1}$)	VI	35° 54′ ± 0′	35° 21½′
(15$\bar{1}$)	IV	40 9½ ± 1½	40 25
(14$\bar{1}$)	IV	46 34½ ± 2½	46 47
(13$\bar{1}$)	VII	54 24½ ± ½	54 50
(12$\bar{1}$)	VII—VIII	64 26½ ± ½	64 50½
(15$\bar{0}$)	VIII	22° 17½′ ± 6½′	22° 1′
(29$\bar{0}$)	VII	24 14½ ± ½	24 12
(25$\bar{0}$)	VI	39 14 ± 7	38 58
(12$\bar{0}$)	VIII	45 7½ ± 1½	45 19
(23$\bar{0}$)	VII—VIII	53 6 ± 1	53 26

Kristall No. 1 bestand aus zwei nach der Zwillingsebene (101) verwachsenen Individuen A und B; er bestätigte also das von Solly[1] aufgestellte Zwillingsgesetz, das dieser aus einer Streifung auf (010) erschloß. Das eine Individuum, A, zeigte außer dem groß entwickelten (010) nur Prismenflächen (hk0). An sie schlossen sich, scheinbar ihre geradlinige Fortsetzung bildend, die positiven Pyramiden ($\bar{h}$kh) des andern Individuums, B, an. Tabelle 1 enthält die festgestellten Symbole und Winkel. Die Symbole des einen Individuums sind unterstrichen, die des andern nicht. Die Güte der Reflexe nimmt von I—VIII ab. Den berechneten Winkelgrößen liegen die von Baumhauer[2] ermittelten Konstanten zugrunde, nämlich

$$a : b = 0{,}4945, \quad c : b = 0{,}2655, \quad \beta = 90^\circ\, 33\tfrac{1}{2}'.$$

Kristall No. 2 zeigte negative Pyramiden (hkh) und positive (h$\bar{k}$h). Wie Tabelle 2 erkennen läßt, waren jedoch infolge der pseudorhombischen Symmetrie jene beiden Zonen nicht sicher voneinander zu unterscheiden.

Tabelle 2.

Fläche ?(hkh)	Güte des Reflexes	Winkel mit (010) gemessen	Winkel mit (010) berechnet	Winkel mit (010) berechnet für (hk$\bar{h}$)
(161)	V	$35^\circ 37' \pm \frac{1}{3}'$	$35^\circ 35'$	$35^\circ 21\frac{1}{2}'$
(151)	III	$40\ 40 \pm \frac{1}{3}$	$40\ 38\frac{1}{2}$	$40\ 25$
(141)	II	$47\ 1 \pm \frac{1}{3}$	$47\ 1$	$46\ 47$
(131)	IV—V	$55\ 6\frac{2}{3} \pm 1\frac{1}{2}$	$55\ 3$	$54\ 50$
(121)	II—III	$64^\circ 53\frac{1}{3} \pm 1\frac{1}{2}$	$65\ 1$	$64\ 50\frac{1}{2}$
(111)	III	$76\ 40 \pm \frac{1}{3}$	$76\ 53$	$76\ 47$
(101)	IV	$89\ 59 \pm 1$	$90\ 0$	$90\ 0$

Fläche ?(hkh)	Güte des Reflexes	Winkel mit (010) gemessen	Winkel mit (010) berechnet	Winkel mit (010) berechnet für (hkh)
(1.10.$\bar{1}$)	V	$23^\circ 43' \pm 2\frac{1}{2}'$	$23^\circ\ 3\frac{1}{2}'$	$23^\circ 14'$
(16$\bar{1}$)	IV	$35\ 18\frac{1}{2} \pm 2$	$35\ 21\frac{1}{2}$	$35\ 35$
(15$\bar{1}$)	IV	$41\ 22\frac{1}{2} \pm 1$	$40\ 25$	$40\ 38\frac{1}{2}$
(14$\bar{1}$)	IV—V	$47\ 5 \pm \frac{1}{2}$	$46\ 47$	$47\ 1$
(27$\bar{2}$)	V—VI	$50\ 43 \pm 1\frac{1}{2}$	$50\ 34\frac{1}{2}$	$50\ 48\frac{1}{2}$
(13$\bar{1}$)	IV	$54\ 46 \pm \frac{1}{2}$	$54\ 50$	$55\ 3$
(12$\bar{1}$)	II	$64\ 51 \pm \frac{1}{2}$	$64\ 50\frac{1}{2}$	$65\ 1$
(11$\bar{1}$)	II—III	$76\ 52 \pm 0$	$76\ 47$	$76\ 53$
(21$\bar{2}$)	IV	$83\ 1\frac{1}{2} \pm 1$	$83\ 18$	$83\ 21\frac{1}{2}$
(10$\bar{1}$)	II—III	$90\ 5\frac{1}{2} \pm 0$	$90\ 0$	$90\ 0$

[1] Solly, Zeitschr. f. Krist. **35**. p. 332. 1902.

[2] Baumhauer, Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1891. p. 697.

Die Prismenflächen (h k 0) am Individuum A jenes Zwillings No. 1 waren durchsetzt von zahlreichen Lamellenoberflächen, die parallel der Spur von (101) verliefen. Auch die positiven Pyramiden (h k h) des Individuums B zeigten den Austritt von Lamellen parallel (101), deren Oberflächen freilich nur Schimmerreflexe gaben.

Die Tabellen 3a und 3b fußen auf der wahrscheinlichen Annahme, daß als Gleitfläche $K_1 = (101)$ und als zweite Kreisschnittebene $K_2 = (30\bar{1})$ fungiert. Die Transformation der Symbole (p q r) in $(\underline{p'q'r'})$ ist dann durch folgende Gleichung gegeben:

$$\underline{p' : q' : r'} = (p - 3r) : 2q : -(p + r).$$

Tabelle 3a.

	Fläche (p q r)	$[(010), (p\,q\,r)]\,\widehat{}\,[K_1, (p\,q\,r)]$ gemessen	berechnet		Fläche (p q r)	$[(010)\,(p\,q\,r)]\,\widehat{}\,[K_1, (p\,q\,r)]$ gemessen	berechnet
Individuum A	(130)	65°24′ ± 15′	65°38′	Individuum B	$(16\bar{1})$	62°26′ ± 22′	61°46′
	(250)	67 17½ ± 7¾	66 59		$(15\bar{1})$	63 48 ± 27	63 22
	(120)	70 25 ± 21½	68 59		$(14\bar{1})$	66 2 ± 11	65 44
	(230)	72 15½ ± 17¼	71 58		$(13\bar{1})$	69 18½ ± 9¼	69 14
	(110)	76 10 ± 10½	76 19		$(12\bar{1})$	74 33 ± 21	74 22

Tabelle 3b.

		Fläche (p q r)	Lamellenoberfläche $(\underline{p'q'r'})$	$(p\,q\,r)\,\widehat{}\,(p'q'r')$ gemessen	berechnet
Individuum A	Spiegelreflexe	(130)	$(\underline{16\bar{1}})$	+ 2°59½′ ± 2¾′	+ 3° 1′
		(250)	$(\underline{15\bar{1}})$	+ 3 18½ ± 1¼	+ 3 20½
		(120)	$(\underline{14\bar{1}})$	+ 3 42½ ± 1¼	+ 3 42
		(110)	$(\underline{12\bar{1}})$	+ 4 33 ± 15¼	+ 4 26½
Individuum B	Schimmerreflexe	$(15\bar{1})$	(250)	− 2°12⅔′ ± 4¼′	− 3°20½′
		$(14\bar{1})$	(120)	− 2 38⅓ ± 10¾	− 3 43

Die Tabelle 3a enthält die auf den Flächen (p q r) u. d. M. mit Vertikalilluminator gemessenen Winkel, welche die Zonenachse [(p q r), (010)] mit der Spur von K_1 auf (p q r) einschließt, sowie die hierfür berechneten Winkel. Die Tabelle 3b liefert die Neigungen der Flächen (p q r) zu den sie durchsetzenden Lamellenoberflächen $(\underline{p'q'r'})$ und die dafür berechneten Werte.

Auch am Kristall No. 2 trat auf den negativen (? positiven) Pyramidenflächen ein System von Zwillingslamellen auf. Die Tabellen 4a und 4b beruhen auf der Annahme, daß die Gleitfläche $K_1 = (\bar{1}01)$ und die zweite Kreisschnittebene $K_2 = (301)$ sei. Die gekippten Flächenteile haben die Indizes $(p'q'r')$, welche gemäß folgender Gleichung aus $(p\,q\,r)$ hervorgehen:

$$p' : q' : r' = (p + 3r) : 2q : (p - r).$$

Tabelle 4a.

Fläche $(p\,q\,r)$	$[(010), (p\,q\,r)]$ $[K_1, (p\,q\,r)]$	
	gemessen	berechnet
(161)	62° 4′ ± 9′	61° 50′
(151)	63 42 ± 9	63 27
(141)	65 4 ± 16½	65 48
(131)	68 41 ± 17	69 20
(121)	74 23 ± 10½	74 27
(111)	80 54 ± 3	81 0
(101)	90 1½ ± 8¾	90 0

Tabelle 4b.

Fläche $(p\,q\,r)$	Lamellenoberfläche $(p'q'r')$	$(p\,q\,r)$ $(p'q'r')$	
		gemessen	berechnet
(151)	(250)	— 3° 46′ ± 3′	— 3° 46′
(141)	(120)	— 4 19½ ± 1¾	— 4 14
(121)	(110)	— 4 38 ± 10	— 4 46
(111)	(210)	— 5 37½ ± ½	— 5 17
(101)	(100)	— 5 6 ± 2	— 5 22½

Künstliche Schiebungen.

Nunmehr wurde versucht, solche Schiebungen, wie sie an den beschriebenen Kristallen offenbar durch den Druck benachbarter Gesteinsmassen verursacht worden waren, durch künstliche Pressung zu bewirken; dazu diente ein Jordanitkristall[1] aus dem Binnental (Schweiz), der, dicktafelig nach (010), keinerlei Zwillingslamellen aufwies. Fig. 1 stellt die flächenreichere Seite des Kristalls, projiziert auf (010) dar. Dieses Jordanitindividuum bildete eine Ausnahme zu der von Solly[2] aufgestellten Regel, daß die negativen Pyramiden

[1] Derselbe wurde dem Mineralogischen Institut in Kiel von Herrn O. Mügge in Göttingen geschenkt.

[2] Solly, Zeitschr. f. Krist. 35. p. 332. 1902.

an Jordanitkristallen zahlreicher sind als die positiven. Parallel {100} lag eine Fläche, deren Charakter wegen Materialmangels nicht näher untersucht werden konnte. Es war entweder eine Spaltungsfläche, wie sie G. VOM RATH[1] angibt, oder eine Absonderung, wie sie bisher am Jordanit nicht beschrieben ist, aber

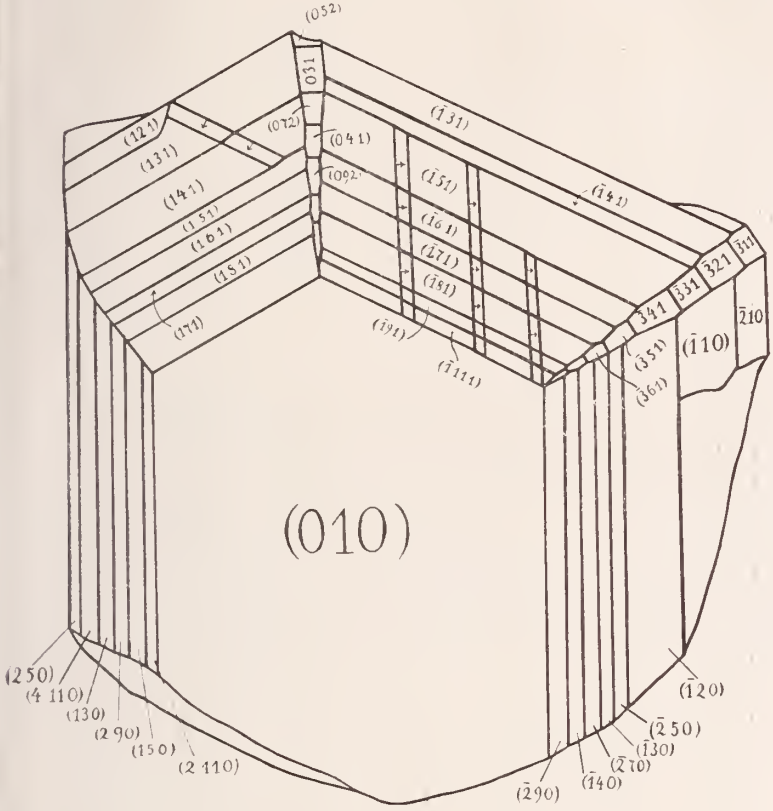


Fig. 1.

aus den im folgenden behandelten Schiebungen nach (100) leicht erklärt werden kann.

Die nachfolgende Tabelle 5 gibt ein Verzeichnis der beobachteten Kristallformen und der zwischen ihnen und (010) gemessenen Winkel. Berechnet wurden diese auf Grund der neuen Konstanten

$$a : b = 0{,}4947; \quad c : b = 0{,}2652; \quad \beta = 90^\circ 27'.$$

[1] VOM RATH, POGGEND. Ann. **122**. p. 391. 1864.

Tabelle 5.

Fläche (p q r)	Güte des Reflexes	(010)´ (p q r) gemessen von M. v. Goetze	berechnet	berechnet nach Baumhauer	Erster Beobachter der Form (p q r)
(160)	IV	18°39′ ± 1′	18°37′	18°37½′	B_4
(2.11.0)	III—IV	20 7 ± 1½	20 11	20 11	B_1
(150)	VI	21 58½ ± 2½	21 58	22 1	B_1
(290)	IV	24 11 ± 1	24 11	24 12	R_2
(140)	IV	26 47½ ± 1½	26 48	26 49	R_1
(270)	IV—V	30 1½ ± 1½	30 ½	30 1	B_1
(130)	III	34 1 ± 2½	33 55	33 59	R_1
(4.11.0)	VI—VII	36 8½ ± 1½	36 19	36 20	B_1
(250)	II—III	38 57½* ± 1	—	38 58	R_1
(120)	IV	45 14½ ± 1½	45 18	45 19	R_1
(110)	II—III	63 40½ ± ½	63 41	63 41½	R_1
(210)	III	76 8 ± 1	76 6	76 7	R_1
(410)	VII	82 48 ± 3	82 57	82 57	B_1
(100)	III	90 ⅙ ± ⅓	90 0	90 0	B_1
(181)	IV	28°13⅓′ ± 1′	28°12′	28°13′	B_1
(171)	III	31 31½ ± ¼	31 31	31 31	B_1
(161)	II—III	35 36¼ ± ¼	35 35	35 35	B_1
(151)	III	40 40½ ± ½	40 39	40 38½	B_1
(141)	II	47 5½ ± 1	47 1	47 1	B_1
(131)	III	55 7½ ± 1	55 3	55 3	B_1
(121)	III—IV	65 2½ ± ½	65 1	65 1	B_1
(1̄.11.1)	II—III	21°13½′ ± ¼′	21°12′	21° 9½′	B_2
(1̄91)	IV	25 22 ± 1	25 21	25 19	B_1
(1̄81)	III	28 1½ ± ½	28 4	28 1½	B_1
(1̄71)	III	31 20½ ± 1½	31 21	31 18½	B_1
(1̄61)	III	35 23 ± 1½	35 24	35 21½	B_1
(1̄51)	II	40 26½ ± 1½	40 28	40 25	B_1
(1̄41)	IV	46 51 ± 1½	46 50	46 47	B_1
(1̄31)	II	54 53½ ± 1¼	54 52½	54 50	B_1
(3̄61)	IV	49°49½′ ± ½′	49°52′	49°50′	B_1
(3̄51)	III—IV	54 53½ ± ½	54 54	54 53	B_1
(3̄41)	IV	60 41½ ± ½	60 40	60 38½	B_1
(3̄31)	III—IV	67 8 ± ½	67 9	67 7½	B_1
(3̄21)	III	74 17* ± ½	—	74 17½	B_1
(3̄11)	V	81 58 ± 1½	82 0	81 59½	B_1
(3̄01)	III	89 59½ ± ¾	90 0	90 0	B_1
(092)	IV	39°57½′ ± 1′	39°58′	39°55½′	B_4
(041)	IV	43 21 ± ½	43 19	43 16½	B_4
(072)	IV	47 8 ± ½	47 8	47 6	B_1
(031)	III	51 29¾* ± ½	—	51 28	R_2
(052)	IV	56 25 ± 1	56 27	56 25½	L

die aus den in der Tabelle 5 mit einem Stern versehenen Winkeln abgeleitet und auch allen späteren Berechnungen zugrunde gelegt sind. Die betrachteten Formen waren bereits sämtlich an Jordanitkristallen bekannt. Die Buchstaben B, L, R weisen auf die Beobachter Baumhauer, Lewis, vom Rath, die Zahlen neben den Buchstaben auf deren verschiedene Veröffentlichungen[1] hin. Zum Vergleich wurden neben die von mir gemessenen und berechneten Winkelwerte noch diejenigen gesetzt, welche sich aus dem Baumhauer'schen Achsenverhältnis (s. p. 66) ergeben.

Der beschriebene Kristall wurde innerhalb eines eisernen Hohlzylinders in Schwefelpulver eingestampft und zwar so, daß eine nahezu senkrecht zu (100) und unter einem Winkel von ca. 45° zu (010) angeschliffene Fläche, also etwa (041), normal zur Achse des Zylinders lag. In diesen wurde mittels hydraulischer Presse ein eng an seine Wandungen schließender Stahlstempel getrieben. Der in Richtung der Stempelachse liegende einseitige Maximaldruck betrug 5000 Atmosphären; er wurde binnen 15 Minuten erreicht und dann innerhalb 1—2 Minuten auf Null herabgesetzt.

Nach der Pressung zeigten die Flächen (h k h), sowie die Flächen (h k h) je ein System paralleler Streifen, die deutlich von einer Kristallfläche auf die anstoßenden hinüberliefen. Wie die Tabellen 6a und 6b zeigen, entspricht das erstgenannte Lamellensystem Schiebungen nach der Gleitfläche $K_1 = (100)$ mit der zweiten Kreisschnittebene $K_2 = (001)$, und das letztgenannte Schiebungen nach $K_1 = (\bar{1}01)$ mit $K_2 = (301)$. Diese stehen augenscheinlich mit der von Solly[2] angegebenen Teilbarkeit $// (\bar{1}01)$ in engem Zusammenhang, während sich die oben erwähnte natürliche Absonderung nach dem Orthopinakoid als Abscherung längs der Gleitfläche (100) erklären ließe.

Die Transformation der Symbole (p q r) in $(\underline{p' q' r'})$ ergibt sich für $K_1 = (100)$ mit $K_2 = (001)$ aus folgender Formel:

$$\underline{p' : q' : r'} = \bar{p} : q : r.$$

Für $K_1 = (\bar{1}01)$ mit $K_2 = (301)$ erhält man:

$$\underline{p' : q' : r'} = (p + 3r) : 2q : (p - r).$$

Tabelle 6a zeigt die unter jener Annahme berechneten sowie die u. d. M. auf Flächen (p q r) gemessenen Winkel zwischen

---

[1] B_1 = Baumhauer, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1891. p. 697.
B_2 = Baumhauer, ebenda. p. 915.
B_4 = Baumhauer, ebenda. 1900. p. 577.
L = Lewis, Zeitschr. f. Krist. **2**. p. 191. 1878.
R_1 = vom Rath, Poggend. Ann. **122**. p. 387. 1864.
R_2 = vom Rath, ebenda. Erg.-Bd. **6**. p. 363. 1873.

[2] Solly, Zeitschr. f. Krist. **35**. p. 332. 1902.

Tabelle 6a.

K_1	K_2	Fläche (p q r)	[(010), (p q r)]^[K_1, (p q r)] gemessen	berechnet
(100)	(001)	($\bar{1}$51)	66° 40′ ± 20′	67° 28′
"	"	($\bar{1}$61)	65 0 ± 30	66 44
"	"	($\bar{1}$71)	64 20 ± 20	65 44
"	"	($\bar{1}$81)	64 45 ± 15	65 1
"	"	($\bar{1}$.11.1)	62 30 ± 30	63 47
($\bar{1}$01)	(301)	(131)	65° 4′ ± 3′	65° 42′
"	"	(141)	69 7 ± 1	69 15

Tabelle 6b.

K_1	K_2	Fläche (p q r)	Lamellenoberfläche (p′q′r′)	Reflex	(p q r)^(p′q′r′) gemessen	berechnet
(100)	(001)	($\bar{1}$51)	(151)	Schimmerreflexe	+ 31½′ ± 6¼′	+ 29′ 43″
"	"	($\bar{1}$61)	(161)		+ 20 ± 9½	+ 26 46
"	"	($\bar{1}$71)	(171)		+ 20½ ± 6½	+ 24 3
"	"	($\bar{1}$81)	(181)		+ 18½ ± 3½	+ 21 43
		($\bar{1}$.11.1)	(1.11.1)		+ 18 ± 2	+ 18 24
($\bar{1}$01)	(301)	(131)	(230)		— 4° 20′ ± 4′	— 4° 39′
"	"	(141)	(120)		— 4 22 ± 26	— 4 14

den Zwillingsstreifen [K_1, (p q r)] und den Kanten [(010), (p q r)]; Tabelle 6b gibt die berechneten und gemessenen Winkel zwischen den Flächen (p q r) und den sie durchziehenden Lamellenoberflächen. Fig. 1 zeigt die letzteren mit übertriebener Breite in die Kristallflächen eingezeichnet. Auf den Sinn der Kippung deuten die auf den Lamellen vermerkten Pfeile. Dieser Kippungssinn ist aus den stereographischen Projektionen der Fig. 2 und 3 zu entnehmen; in Fig. 2 fungiert K_1 = (100) als Projektionspol, in Fig. 3 dagegen K_1 = ($\bar{1}$01). Immer findet man den Pol einer Fläche (p q r) und denjenigen der aus ihr hervorgegangenen Lamellenoberfläche (p′q′r′) auf einem und demselben Radius des Grundkreises, weil (p q r), (p′q′r′) und K_1 stets in einer einzigen Zone liegen. In Fig. 2 ist der Abstand der zusammengehörigen Flächenpole (p q r) und (p′q′r′) im Interesse der Deutlichkeit übertrieben.

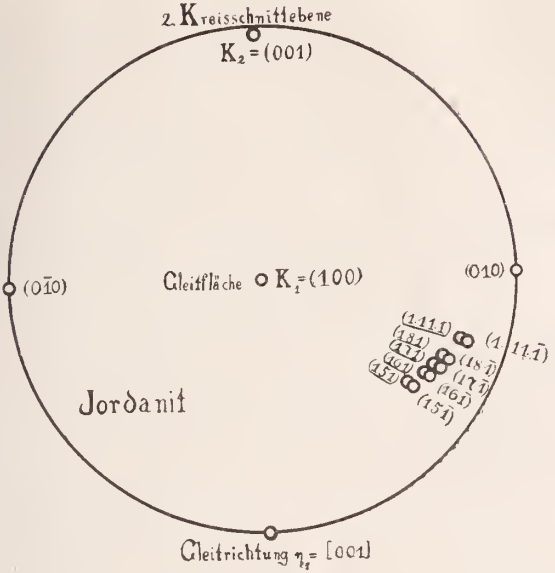

2. Kreisschnittebene
K₂ = (001)
(0$\bar{1}$0)
Gleitfläche K₁ = (100)
(010)
(111)
(181)
(171)
(101)
(151)
(1 11 $\bar{1}$)
(18 $\bar{1}$)
(17 $\bar{1}$)
(16 $\bar{1}$)
(15 $\bar{1}$)
Jordanit
Gleitrichtung η₁ = [001]

Fig. 2.

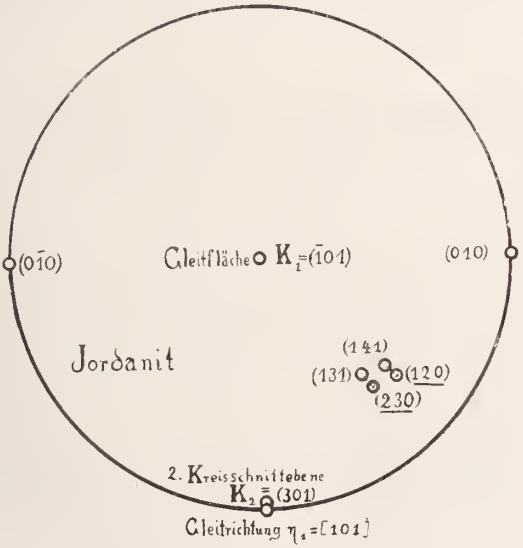

(0$\bar{1}$0)
Gleitfläche K₁ = ($\bar{1}$01)
(010)
Jordanit
(141)
(131)
(120)
(230)
2. Kreisschnittebene
K₂ = (301)
Gleitrichtung η₁ = [101]

Fig. 3.

Schluß.

Die Tabelle 7 enthält die Gleitflächen K_1 und zugehörigen zweiten Kreisschnittebenen K_2, die ich an Jordanitkristallen teils direkt beobachtet, teils durch künstliche Pressung realisiert habe, ferner die Winkel $\widehat{K_1 K_2}$, sowie die Achsen a, b, c der Deformationsellipsoide und endlich den Gleitbetrag s im Abstande 1 von der Basis der Gleitung.

Tabelle 7.

	Gleitfläche K_1	2. Kreisschnittebene K_2	$\sphericalangle \widehat{K_1 K_2} = \sphericalangle 2\sigma$	Achsen des Deformationsellipsoids			Größe d. Schiebung
				$a = \cot g\,\sigma$	b	$c = tg\,\sigma$	$s = a - c$
Zwillingsbildung infolge natürlicher Pressung	(101)	($\bar{3}$01)	86° 32′	1,026	1	0,975	0,051
	($\bar{1}$01)	(301)	86 5	1,071	1	0,934	0,137
Zwillingsbildung infolge künstlicher Pressung	($\bar{1}$01)	(301)	86° 5′	1,071	1	0,934	0,137
	(100)	(001)	89 33	1,008	1	0,992	0,016

Die Untersuchung, ob auch die zu den obigen Schiebungen reziproken [nach $K_1 = (001)$, (301) und ($\bar{3}$01)] sich verwirklichen lassen, mußte wegen Materialmangels noch unterbleiben.

Bei der Redaktion eingegangen am 9. Dezember 1918.

Über spaltultramikroskopische Vorrichtungen zur Untersuchung kristallisierter Medien.

Von **Wilhelm Eitel.**

Mit 10 Textfiguren.

Bei ihren Untersuchungen über die Dispersoide in kristallisierten Schwermetall-Halogeniden, die sog. Metallnebel, haben R. Lorenz und W. Eitel [1] eine Vorrichtung zur ultramikroskopischen Prüfung der erhaltenen Kristalle benutzt, welche im wesentlichen eine Anwendung des Zsigmondy-Siedentopf'schen Spaltultramikroskopes darstellt. Die dort beschriebene Vorrichtung zur Einstellung des Kristalles konnte indessen nur als Provisorium gelten, weil die Vertikal- und Horizontalverschiebung des Untersuchungsobjektes von freier Hand geschehen mußte, was naturgemäß bei sehr zarten Nebelgebilden oft erhebliche Unzuträglichkeiten mit sich brachte.

[1] Zeitschr. f. anorg. Ch. **91**. (1915.) p. 46—65.

Es war deshalb das Bestreben des Verfassers, ein möglichst vervollkommnetes Instrument zu schaffen, mit dem es gelingen mußte, auch an winzigsten Kriställchen bei beliebiger Vergrößerung genaue Orientierung und möglichste Feinheit der Einstellung auf den vom ultramikroskopischen Beleuchtungsapparat gelieferten optischen Dünnschnitt zu bewerkstelligen. Aber nicht nur für lose Einzelkristalle aus Schmelzen oder dergleichen sollte ein solches für mineralogische Zwecke brauchbares Ultramikroskop-Modell geeignet sein, sondern es mußte auch erstrebt werden, womöglich an gegebenen mikroskopischen Präparaten gewöhnlicher Art, also an Dünnschliffen, Untersuchungen im seitlich einfallenden Lichte vorzunehmen. Es wurde deshalb gleichzeitig an die Zusammenstellung eines Ultramikroskops für Dünnschliff-Präparate geschritten, das auf das vorteilhafteste mit einem gewöhnlichen Polarisationsmikroskop sich verbinden läßt und alsdann wertvolle Spezialuntersuchungen ermöglicht. Die Vorarbeiten zu diesem Zweck wurden bereits gleich nach der Vollendung der oben besprochenen Arbeiten von dem Verfasser in Angriff genommen; durch äußere Verhinderung verzögerte sich indessen die Durchführung des Planes so erheblich, daß erst jetzt die Resultate mitgeteilt werden können.

Beschreibung eines Spaltultramikroskops für Einzelkristalle.

Die Hauptbestandteile jedes Spaltultramikroskops sind allgemein bekannt; in Fig. 1, welche die Anordnung der in der vorliegenden Mitteilung gebrauchten Form wiedergibt, erkennen wir zunächst die kleine Handregulier-Bogenlampe (HB) mit Beleuchtungslinse (L),

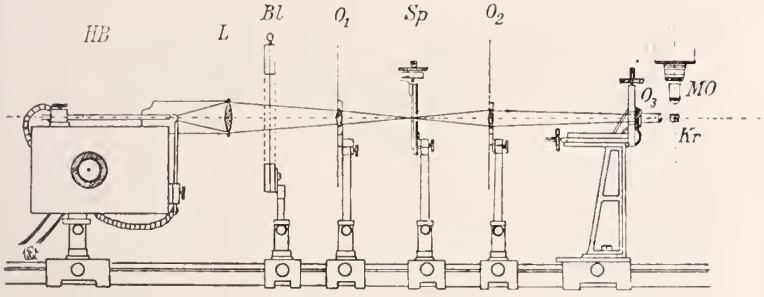


Fig. 1.

eine Irisblende (Bl) auf Reiter, ein Beleuchtungsobjektiv (O_1) von 80 mm Brennweite und einen Präzisions-Spaltkopf (Sp), der um 90° um die optische Achse des Beleuchtungssystems gegen einen Anschlag drehbar angeordnet ist, so daß man entweder mittelst der mit einer feinen Mikrometerschraube zu betätigenden Verschlußbacke oder einer mit einer gröberen Bewegung einzustellenden ebensolchen

Backe den Spalt vertikal und horizontal abgrenzen kann. Ein zweites Projektionsobjektiv (O_2) von 55 mm Brennweite entwirft ein Bild dieses Spaltes in die Brennebene des als Kondensor dienenden Objektives AA-Zeiss (O_3), welches auf einem besonderen Reiter in allen drei Raumkoordinatenrichtungen durch Mikrometerschrauben verschiebbar angebracht ist. Der Kondensor sendet das zur ultramikroskopischen Beleuchtung dienende schmale, aber höchst intensive Lichtbündel auf das Objekt (Kr), welches durch das vertikal zur Achse des Beleuchtungssystems angeordnete Mikroskop-Objektiv (MO)

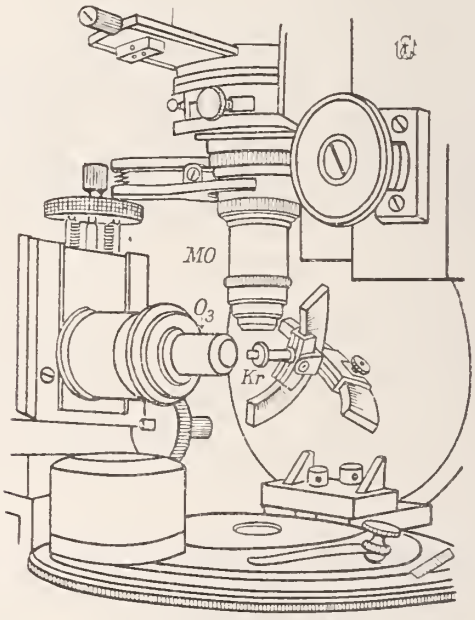


Fig. 2.

direkt beobachtet wird. Die Feinbewegung des Spaltes ermöglicht es, die Breite desselben auf $\frac{1}{100}$ mm genau zu regulieren; besonders wichtig ist an dem Kristall-Ultramikroskop die schon erwähnte Anbringung einer dreifachen Bewegung des Beleuchtungskondensors. Der von der Firma C. Zeiss-Jena angefertigte Kondensorträger entsprach den hohen Anforderungen an Genauigkeit der Feinbewegungen auf das beste. Der wichtigste Teil an dem Ultramikroskop ist der Kristallträger, der durchaus sicher und fest mit dem Beobachtungsmikroskop verbunden sein muß und alle groben und feinen Bewegungen um eine Achse senkrecht zu derjenigen des Beleuchtungssystems und des Mikroskoptubus, sowie parallel zur Tischebene des Mikroskops ermöglichen soll. Zu diesem

Zweck hat sich vortrefflich die Verwendung des kleinen Theodolit-Goniometer-Aufsatzes nach V. M. Goldschmidt[1] bewährt, wie er von der Firma R. Fuess-Steglitz angefertigt wird. Der noch weniger Raum beanspruchende Drehapparat nach C. Klein erfüllt unter Umständen denselben Dienst. Der Aufsatz wird von seiner Zentriervorrichtung abgeschraubt und auf eine metallene Grundplatte montiert, worauf er direkt auf dem Mikroskoptisch befestigt werden kann (s. Fig. 2). Als Beobachtungsmikroskop ist durch seine großen Außenmaße für den vorliegenden Zweck besonders das von der Firma E. Leitz-Wetzlar als mineralogisches Stativ AM gebaute Instrument oder eines der entsprechenden Modelle anderer Firmen geeignet; der große Tischdurchmesser ermöglicht eine bequeme und genügend sichere Montage des Theodolitaufsatzes, und durch die weitgeschweifte Form des Tubusträgers am Stativ ist man in der Lage, unbehindert dieses Hilfsinstrument in hinreichender Weise zu benutzen. Insbesondere ist die sehr ausgiebige Vertikalbewegung des Mikroskoptubus zur Untersuchung bei schwächeren Beobachtungsobjektiven von großem Werte. Die Kreuzschlittentischbewegungen des genannten Stativs ermöglichen eine genaue Zentrierung bestimmter Stellen am Untersuchungsgegenstand; sie sind genügend fein, um auch bei starker linearer Vergrößerung Einzelheiten im Kristall bei seitlicher Verschiebung desselben und konstanter Einstellung des Beleuchtungskegels zu untersuchen. Der Theodolitaufsatz hat bekanntlich eine einfache, aber vollkommen ausreichende Justiervorrichtung, nämlich zwei Kreissegment-Schlitten senkrecht aufeinander angeordnet, so daß man jederzeit eine bestimmte Richtung im Kristall mit der Drehungsachse des Aufsatzes parallel einstellen kann. Besonders nützlich ist die Feinbewegung der Drehung, weil man beim Einstellen der Mikroskoptubus-Achse senkrecht auf die horizontal liegende Begrenzungsfläche des Untersuchungsgegenstandes durch Autokollimation eine solche benötigt. Diese Einstellung bewerkstelligt man sehr einfach dadurch, daß man über dem Mikroskop-Objektiv (in einem sog. Opakilluminator z. B.) ein unter 45^0 geneigtes Glasplättchen anbringt und das von der Oberfläche des Kristalls reflektierte Bild eines entfernt aufgestellten Kreuzsignales genau auf das Okularfadenkreuz einstellt. Auf diese Weise gelingt es, optisch vollkommen verzerrungsfreie Bilder der ultramikroskopischen Erscheinungen innerhalb des Untersuchungsobjektes zu erhalten, vorausgesetzt, daß die Oberfläche des Kristalls genügende Politur annimmt oder an sich genügend eben ist. So geben gute Spaltflächen erfahrungsgemäß die besten Resultate; Schliffflächen weicherer Substanzen nehmen oft nur sehr unvollkommene Politur an. Im letzteren Fall kann man sich aber so helfen, daß man mit einem winzigen Tröpfchen Kanadabalsam ein geeignet zugeschnittenes Stückchen Deckglas aufkittet und

[1] Zeitschr. f. Krist. 51. 1913. p. 28—39.

dieses möglichst fest auf die Kristallfläche aufdrückt. Bei sehr stark lichtbrechenden Medien, z. B. Silberhalogeniden, Bleichlorid etc. könnte freilich auch dies nicht viel nützen, und man hätte in diesen Fällen unter Umständen natürliche Absonderungsflächen der Kristalle aus dem Schmelzfluß von ebenen Glas- oder Porzellanflächen zu verwenden, welche in der Tat auch noch recht brauchbare Resultate ergeben.

Sehr wichtig ist unter Umständen eine mit der ultramikroskopischen verbundene Untersuchung der Präparate in linear polarisiertem sowie im durchfallenden Lichte, besonders bei solchen Dispersoiden, deren Teilchen unauflösbar fein erscheinen und infolgedessen einen bestimmten Polarisationseffekt (Tyndall-Phänomen) hervorrufen. Der Tubusanalysator des Mikroskops dient zur Untersuchung der Schwingungszustände des von Ultramikronen solcher Systeme abgebeugten Lichtes. Von besonderem Vorteil ist es, wenn dieser Nicol drehbar eingebaut ist, wie dies bei dem Leitz'schen Stativ AM auch vorgesehen ist. Oft hat man auch von Kompensatoren Gebrauch zu machen, besonders ist das Gipsblättchen von Rot erster Ordnung und der Quarzkeil vielseitig anwendbar; ein solches Präparat wird bei ultramikroskopischen Untersuchungen wie bei einem jeden gewöhnlichen mineralogischen Mikroskop in den Tubusschlitz über dem Objektiv eingeschoben. In durchfallendem Lichte kann man bei der hier geschilderten Anordnung des Untersuchungsgegenstandes ebenfalls ausgezeichnet arbeiten, man braucht dazu nur in der Grundplatte des Theodolitaufsatzes ein zentrales Fenster auszusparen, das genau über der Tischöffnung liegt. Bei Anwendung einer langbrennweitigen Beleuchtungslinse über dem Polarisator kann man alsdann auch ohne Schwierigkeiten mittelstarke Vergrößerungen beim Betrachten des Kristalls benutzen und zwischen gekreuzten Nicols die bekannten optischen Kriterien für das Kristallmedium zwecks Orientierung etc. gebrauchen.

Die Leistungsfähigkeit der hier beschriebenen Vorrichtung ist eine sehr hohe; nicht nur die Untersuchung von Rubingläsern, Präparaten blauen Steinsalzes, Rosenquarzes etc. kann mit dem Instrument ebenso vollkommen geschehen, wie dies je seit Erfindung des Ultramikroskops erfolgte, sondern auch die Erscheinung der Metallnebel-haltigen Kristalle der Schwermetallhalogenide liefert mindestens dieselben reichen Ergebnisse, wie diese in der oben erwähnten Reihe von Arbeiten mitgeteilt wurden. Eine Wiederholung der Untersuchung von „genebelten" Kristallen von Bleichlorid usw. lag indessen nicht mehr in der Absicht des Verfassers, obwohl die Orientierung der Kristalle gegen die einfallenden und abgebeugten Lichtwellen nunmehr keine Unbekannte mehr sein kann. Das hohe Auflösungsvermögen der gegen früher verbesserten Anordnung zeigte sich aber auf das beste bei Untersuchung an Entmischungs-Dispersoiden, über welche später im einzelnen berichtet werden soll.

Ultramikroskopische Vorrichtung zur Untersuchung dünngeschliffener Kristallpräparate.

Nicht immer gelingt es, aus dem Schmelzfluß oder aus wäßrigen Lösungen Kristalle von solcher Größe zu erhalten, wie diese immerhin bei der vorbeschriebenen Anordnung benötigt werden, um eventuell noch Schliffflächen an ihnen anbringen zu können. Der naheliegende Gedanke, ungeschliffene Kristallbruchstücke in Flüssigkeiten von gleichen Brechungsexponenten einzubetten und dann in einer Art von Küvette die Beobachtung vorzunehmen, hat zwar einiges für sich, es machte aber zurzeit erhebliche Schwierigkeiten, ein für diese Zwecke geeignetes Instrument zusammenzustellen, so daß die Ausführung des an sich einfach erscheinenden Gedankens zurückgestellt werden mußte, bis passendes Material wieder leichter zu beschaffen sein wird.

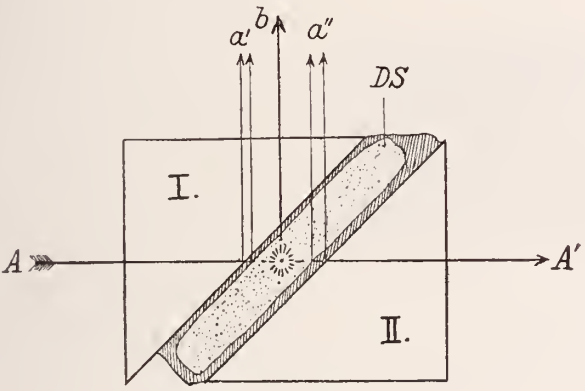


Fig. 3.

Demgegenüber ist die ultramikroskopische Untersuchung fertiger dünngeschliffener Präparate möglich, wenn es gelingt, in geeigneter Weise das einfallende Licht des Beleuchtungskegels sowie das an den Ultramikronen abgebeugte gegen die Schliffläche zu orientieren. Am einfachsten wäre die Einführung zweier Adam'scher Kugelsegmente, so daß die Beobachtung ähnlich wie bei der Untersuchung auf dem Fedorow'schen Universaltisch erfolgen müßte. Indessen machen die sphärischen Begrenzungsflächen eine Übersicht über das Präparat oft recht schwer, so daß es besser ist, an Stelle von Halbkugeln gewöhnliche totalreflektierende Prismen zu verwenden. In Fig. 3 ist schematisch angedeutet, wie das in der Richtung AA', d. h. in der Achse des Beleuchtungskegels einfallende Licht in dem Prisma I unabgelenkt auf die Hypothenusen-Grenzfläche gelangt, dort aber nicht total reflektiert werden kann, wenn hinter der letzteren ein Medium von möglichst demselben

Brechungsexponenten, wie das Glas des Prismas selbst besitzt, also z. B. eine dünne Schicht Zedernholzöl sich befindet. Das Licht fällt alsdann auf den Dünnschliff DS, in welchem sich ein zentral gelegener, mit Ultramikronen erfüllter Kristall befinden soll. Stimmt der Brechungsexponent (bei doppelbrechenden Medien der mittlere) in DS nicht genau überein mit dem der Einbettungsflüssigkeit und des Glases, so wird eine partielle Reflexion an der Grenzfläche eintreten, die in Richtung a′ im Mikroskopbilde eine Aufhellung hervorruft, welche indessen unschwer von wirklichen Beugungsphänomenen an ultramikroskopischen Teilchen unterschieden werden kann. Die im Schliff DS befindlichen Ultramikronen senden nämlich allseitig gebeugtes Licht aus, welches in Richtung b auch in das Mikroskopobjektiv gelangt und dort überall die Teilchen wahrnehmbar machen wird, wohin der Beleuchtungskegel gedrungen ist. Bei dieser Anordnung erhellt dabei ohne weiteres, daß bei einer gleichmäßigen Dicke des Schliffes von d mm ein Streifen von $d \cdot \sqrt{2}$ mm Breite das Tyndall'sche Phänomen hervorrufen muß. Das den Schliff auf der Rückseite verlassende Licht wird nochmals im allgemeinen eine partielle Reflexion an der Grenzfläche desselben gegen die Einbettungsflüssigkeit erleiden, danach aber in das Prisma II eintreten und aus diesem unabgelenkt in die Luft übergehen. Man bemerkt im mikroskopischen Bilde nun folgende Erscheinung: Der Kegel des abgebeugten Lichtes (b) wird eingesäumt von den beiden je nach der Vollkommenheit der Politur des Schliffes mehr oder weniger diffusen Reflexen des einfallenden Lichtes an der Ober- und Unterseite desselben (a′ und a″). Außerdem beobachtet man meistens noch lichtschwache Reflexe an den Übergangsflächen von Prisma I zu dem Einbettungsmedium, bzw. auf der Unterseite von der Flüssigkeit zu dem Prisma II. Diese Reflexe stören aber das Gesamtbild durchaus nicht und lassen sich unter Umständen ganz bequem herausblenden. Eine wichtige Erfahrung ist es, daß man den Präzisionsspalt des Beleuchtungsapparates höchstens nur so weit öffnen darf, als der Schliff dick ist, damit keine Überstrahlungen stattfinden. Es ist im Gegenteil vorteilhaft, mit möglichst schmalen einfallenden Lichtbündeln zu arbeiten, um den optischen Dünnschnitt im Schliffbilde deutlich hervortreten zu lassen. So ist bei einem 1 mm dicken Präparat von Sapphiringlas, das in Fig. 4 als Vergleichspräparat abgebildet ist, der Spalt Sp (s. o.) bis auf $\frac{1}{20}$ mm abgeblendet worden; das Reflexbild erscheint beiderseits quadratisch, d. h. der Spalt war ungefähr

Fig. 4. Sapphiringlas. Schliffpräparat von 1 mm Dicke. Vergr. 12 ×.

ebensoviel seitlich als vertikal geöffnet worden. So ist auch das in Fig. 5 wiedergegebene künstliche Präparat von blauem Steinsalz auf diese Weise ultramikroskopisch abgebildet; ein Reflex an der Unterseite des Kristalls kann durch die starke Absorption des Lichtes in diesem nicht mehr zur Entwicklung kommen. In Fig. 6 dagegen ist das ultramikroskopische Bild eines Dünnschliffes von Rosenquarz zu erkennen, bei welchem die Spaltöffnung vertikal bis auf 0,04 mm geschlossen war, während sie senkrecht dazu, d. h. seitlich etwa 0,2 mm betrug. Das schmale, horizontal liegende Spaltbild in den Reflexen läßt sich im Mikroskop deutlich erkennen; sind die Ultramikronen des Präparats sehr lichtschwach, so wird sich natürlich eine starke Überbelichtung der Reflexe im Bilde bemerkbar machen, so in Fig. 6. Es ist immerhin hervorzuheben, wie gut die überaus zarten ultramikroskopischen Nädelchen („Asteriten" Kalkowsky's), die den bekannten Seidenschimmer der Rosenquarze hervorrufen, besonders bei visueller Betrachtung als fast weiße Strichlein aus dem völlig schwarzen Hintergrund hervortreten. Noch viel zarter sind die Nebel gewisser Entmischungsdispersoide, welche in einer späteren besonderen Mitteilung behandelt werden sollen. Gerade die Dünnschliffmethode verspricht weitgehende Erfolge bei der ultramikroskopischen Untersuchung einzelner Mineralien in Gesteinen u. dgl., wobei besonders hervorzuheben ist, daß in bezug auf die Größe der Kristalle fast keine Grenze gesetzt ist. Außerdem kann jeder beliebige, etwa schon vorhandene Dünnschliff als ultramikroskopisches Präparat Verwendung finden, wenn es auch im allgemeinen vorteilhafter erscheinen mag, beiderseits polierte Schliffe zu benutzen und solche, die nicht unter 0,05 mm Dicke besitzen. Das lästige Anschleifen besonderer rechtwinkliger Prismen kann ebenfalls bei Untersuchungen an größeren Kristallen ganz gut in Fortfall kommen, wenn es auch naturgemäß bei genauerer Arbeit besser sein mag, solche herzustellen. Wer aber an Kristallen aus Schmelzflüssen ultramikroskopische Studien angestellt hat, wird die Erleichterung der Arbeit durch die Dünnschliffmethode ganz besonders schätzen.

Fig. 5. Blaues Steinsalz (künstliches Präparat). Vergr. ca. 35 ×.

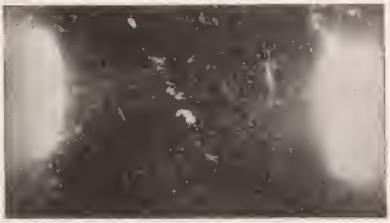


Fig. 6. Dünnschliff von Rosenquarz (Pfaffenstein). Vergr. 200 ×.

Auch im durchfallenden Licht kann man ebenfalls den Dünnschliff zugleich beobachten, man braucht alsdann nur das Präparat mit den beiden Prismen auf dem Mikroskop in geeigneter Weise zu montieren. Am vorteilhaftesten ist es, wenn man den Schliff auf einen Objektträger kittet, der auf einem Fedorow'schen Universaltisch eingespannt wird. Der Schliff kann alsdann auch ohne Bedenken mit einem Deckglase versehen bleiben, wodurch sich nur einige nebensächliche Reflexe mehr einstellen, nämlich solche beim Übergang des einfallenden Lichtes von Prisma I in die Flüssigkeit, welche dieses mit dem Deckglas verbindet (eingedicktes Zedernholzöl ist dazu am besten zu verwenden), dann von dieser zum

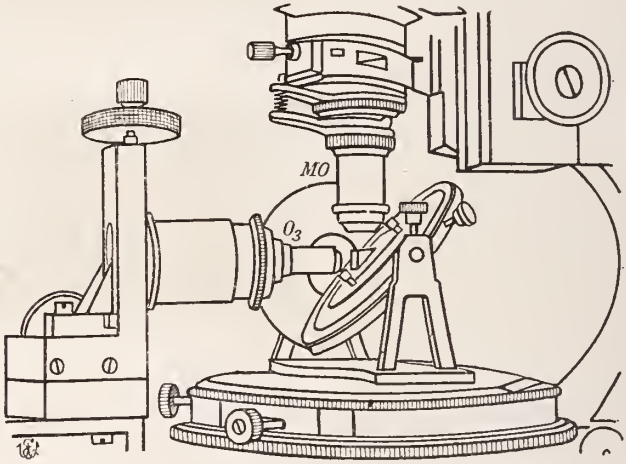


Fig. 7.

Deckglas, vom Deckglas in den Kanadabalsam usw. Der Objektträger auf dem Fedorow'schen Tisch wird um 45° gegen die horizontale Achse gedreht, so daß die eine Kathetenfläche des Prismas I senkrecht zur Achse des Beleuchtungskegels gestellt ist, die andere aber senkrecht zur Achse des Mikroskoptubus (s. Fig. 7). Die Prismen I und II haften durch Adhäsion auf dem Deckglas bzw. dem Objektträger vollkommen genügend, wenn man nur darauf achtet, daß das Zedernholzöl nicht allzu reichlich aufgetragen wird, weil sonst die Prismen sich leicht verschieben könnten. Man hat auch darauf zu achten, daß die beiden Prismen mit ihren Kathetenflächen möglichst genau zu einander parallel stehen, was sich jedoch bei einiger Übung ganz leicht bewerkstelligen läßt. Die ganze Anordnung erhellt aus Fig. 8, welche die endgültig benutzte Apparatur in Verbindung mit einer mikrophotographischen Kamera vorführt.

Ein Wort sei noch gestattet über die Unterscheidung wahrer Ultramikronen von mikroskopisch direkt auflösbaren Gebilden, z. B. von amorphen oder kristallisierten Einschlüssen, Gasblasen etc. Besonders bei der ultramikroskopischen Untersuchung von gesteinsbildenden Mineralien wird es leicht vorkommen, daß man gewisse

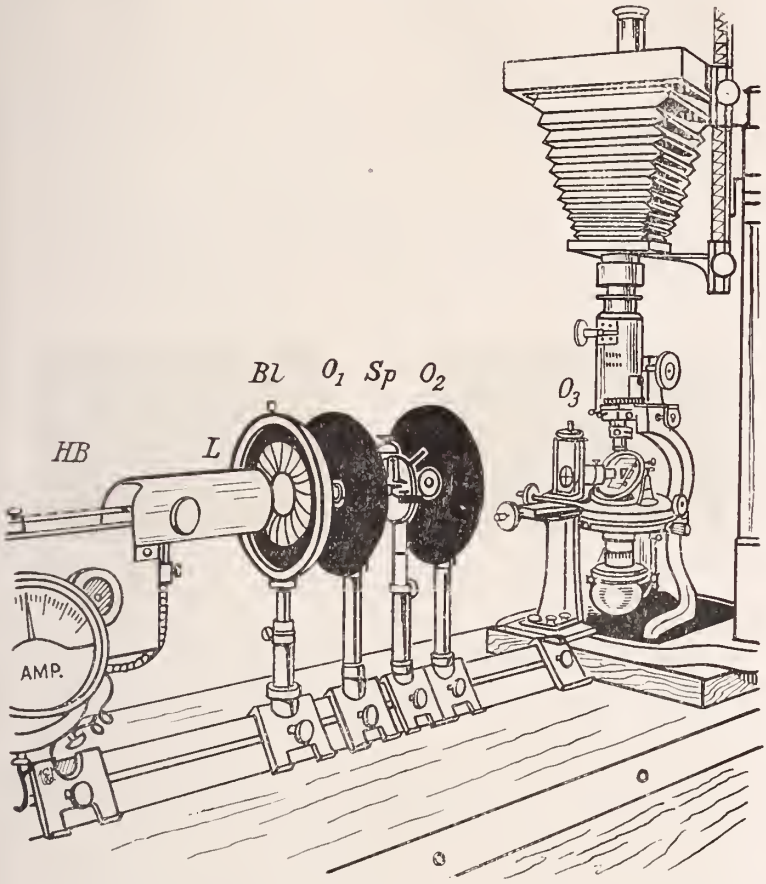


Fig. 8.

geformte Einlagerungen beobachtet, die im reflektierten Lichte lebhaft glänzen, im Bereich des optischen Dünnschnitts, d. h. am Beleuchtungskegel aber völlig dunkel bleiben. Zwei in dieser Beziehung lehrreiche Fälle zeigen die Fig. 9 und 10; das erste Bildchen stellt die kristallisierten Einschlüsse in Hypersthen von der Paulsinsel dar, bei denen man auf den ersten Blick einen höchst bezeichnenden Unterschied von ultramikronischen Einschlüssen wahrnimmt: Nur immer derjenige Teil der blättchenartigen Gebilde,

der in der Sichtweite des Mikroskopobjektivs gelegen ist, erscheint ganz scharf, weil eben das ganze Präparat um 45° in seiner Fläche gegen die Mikroskoptubusachse geneigt ist. Bei echten Ultramikronen ist das ganz anders; man kann auf diese selbst eigentlich überhaupt nicht scharf einstellen, sondern nur auf den optischen Dünnschnitt, den der Beleuchtungskegel in dem Präparate liefert. Spätere Untersuchungen an den Entmischungsdispersoiden werden solche Fälle ganz besonders deutlich vor Augen führen. So sind auch die sehr feinen nadelartigen Einschlüsse im Labrador von der Paulsinsel ganz scharf zu unterscheiden z. B. von den ultramikroskopischen Asteriten der Rosenquarze; denn wie Fig. 10 zeigt, ist immer nur ein ganz kleiner Teil der Nädelchen in reflektiertem Lichte scharf einstellbar, und die anderen von der Einstellungsebene abweichend gelegenen Gebilde unscharf. Ganz entsprechend erkennt man auch Gaseinschlüsse in kristallisierten Medien, insbesondere aus dem Schmelzfluß, sofort an der scharfen Einstellbar-

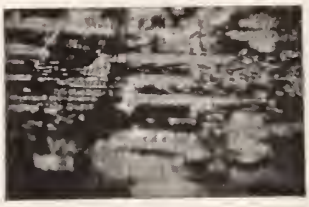


Fig. 9. Hypersthen-Dünnschliff. Vergr. 50 ×.

Fig. 10. Labradorit-Dünnschliff. Vergr. 50 ×.

keit und an ihrer Begrenzung, während Haufen von ultramikronischen Teilchen, also in der Form von Nebeln, diffuse Objekte darstellen, welche meistens in keiner Einstellung eine bestimmte Gestaltung erkennen lassen, höchstens in speziellen Fällen die Inhomogenitäten oder Begrenzungen des Kristalls andeuten. Ferner ist besonders zu berücksichtigen, daß in isotropen Kristallen, Gläsern etc. die ultramikronischen Nebel, auch wenn diese nicht in einzelne diskrete Teilchen aufzulösen sind, doch noch vorzüglich das Tyndall'sche Phänomen zeigen, d. h. daß die Schwingungsrichtung des an ihnen abgebeugten polarisierten Lichtes senkrecht steht auf der Achse des Beleuchtungskegels und derjenigen des Mikroskops. Stellt man den drehbaren Tubusanalysator so ein, daß seine Schwingungsrichtung senkrecht steht auf derjenigen des abgebeugten Lichtes, so erscheint natürlich das Nebelbild ausgelöscht. Schaltet man nunmehr noch das Gipsblättchen von Rot erster Ordnung ein, so erblickt man wiederum den Nebel in der bekannten Interferenzfarbe, während diffuse Reflexe an tiefgelegenen Gasblasen z. B., die auf den ersten Blick manchmal verwirren könnten, weder bei der erwähnten Analysatorstellung weggelöscht

erscheinen können, noch auch mit dem genannten Präparat ein Interferenzphänomen erkennen lassen. Das Reflexbild des Spaltes, das von der Rückseite des Untersuchungsobjekts gegen das Prisma II geliefert wird, kann übrigens leicht dazu benutzt werden, um in durchfallendem Lichte die Einstellung des Kristalls zu kontrollieren, weil man durch diesen und Prisma I auf die spiegelnde Fläche blickt. Infolgedessen ist bei Einschaltung des Tubusanalysators auf Auslöschung des abgebeugten Lichtes des Nebelbildes die Beobachtung des Kristallpräparates gleichzeitig zwischen gekreuzten Nicols möglich, was bei sehr kleinen Kristallen und schmalen ultramikroskopisch zu untersuchenden Gebieten von Wert ist.

Zusammenfassung.

1. Beschreibung eines Kristallultramikroskops, bei welchem die zu untersuchenden Medien in Prismenform an einem geeigneten Drehapparat (Theodolit-Goniometer-Aufsatz nach V. M. Goldschmidt) zentrier- und justierbar angebracht werden. Der Beleuchtungskondensor ist in allen drei Raumkoordinaten-Richtungen beweglich.
2. Beschreibung eines Kristallultramikroskops, bei dem Dünnschliffpräparate der zu untersuchenden Substanzen zur Anwendung kommen, indem diese zwischen die Hypotenusenflächen zweier totalreflektierender Glasprismen mit Zedernholzöl oder anderen Flüssigkeiten eingebettet werden; die Schliffe werden auf einem Fedorow'schen Universaltisch montiert, der unter 45^0 gegen die Achse des Mikroskoptubus und des Beleuchtungskegels geneigt ist.

Frankfurt a. M., Min.-petrograph. Institut der Universität, im August 1918.

Bei der Redaktion eingegangen am 9. Oktober 1918.

Über Geschiebe von Ardennengesteinen im niederländischen Diluvium.

Von **Arthur Wichmann.**

In einer unlängst erschienenen Abhandlung von A. Quaas findet sich die folgende Bemerkung: „Mit Recht betont Stamm noch, daß ‚sichere, eindeutige Angaben über eine Venn- (bezw. Ardennen-) Vereisung bisher in der Literatur fehlen'. Er weist daher sowohl G. Dewalque's angebliche Gletscherschrammen, als auch A. Wichmann's Versuch, aus dem Vorkommen von verschleppten Ardennen-Quarzitblöcken im niederländ. Diluvium eine Ardennen-Vergletscherung aufzubauen, als völlig unzulängliches Beweismaterial zurück [1]."

[1] Zur Frage der Venn-Vergletscherung. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 41. 1917. p. 509—510.

Die vorstehende Bemerkung ist, soweit sie wenigstens auf mich Bezug nimmt, unwahr. In Wirklichkeit lautet der angeführte Satz von K. Stamm nämlich folgendermaßen: „In neuerer Zeit versuchte Wichmann (1906) für die Ardennen eine starke diluviale Vergletscherung wahrscheinlich zu machen. Er stützte sich dabei einmal auf die vorher erwähnten Literaturstellen, dann auf das Vorkommen von z. T. sehr großen Blöcken von Ardennengesteinen im niederländischen Diluvium. Doch scheint es sich bei letzteren z. T. um tertiäre Quarzite zu handeln, ähnlich unseren rheinischen Braunkohlenquarziten[1].“

Muß die Anführung eines falschen Zitates bereits an und für sich als verwerfliche Handlungsweise bezeichnet werden, so erscheint sie in diesem Falle in einem um so häßlicheren Lichte, als Herr Quaas sich nicht gescheut hat, seine unwahre Behauptung unter der Maske eines Dritten vorzubringen. Als weiterer erschwerender Umstand tritt hinzu, daß es gerade ihm ein leichtes gewesen wäre, sich von der Richtigkeit meiner durchaus nicht alleinstehenden Angaben zu überzeugen. Er hätte nämlich nichts weiter nötig gehabt, als auf seinen Reisen einmal an der, an der Bahnlinie Utrecht—Arnheim liegenden Station Maarn auszusteigen und sich in dem mehr als 1 km langen Einschnitt die aufgeschlossenen Geschiebesande anzusehen, welche u. a. zahlreiche, über zentnerschwere Blöcke von cambrischen Quarziten und Quarzphylliten enthalten. Er hätte alsdann sich nicht allein davon überzeugen können, daß die Verschleppung der Geschiebe nur in seiner Einbildung bestand, sondern auch die günstige Gelegenheit gehabt, nachzuweisen, daß von einer Verwechslung der cambrischen Quarzite mit Braunkohlensandsteinen ebensowenig die Rede hat sein können.

Utrecht, 16. Mai 1918.

Notiz über die Randzone des Dolomitgebietes zwischen östlichem Teil des Luganersees und Val Colla im Tessin (Schweiz).

Von **F. P. Müller** in Basel.

Im Frühjahr 1916 hat Verfasser die nördlichen und nordwestlichen Randgebiete des durch A. v. Bistram (Ber. nat. Ges. Freiburg i. Br. 14. 1903) eingehend beschriebenen Dolomitgebietes östlich von Lugano begangen. Dabei ergab sich, daß v. Bistram's geologische Karte verschiedener Ergänzungen für diese Randzone bedarf. Es sind ferner die in der Abhandlung enthaltenen Angaben über die Gesteine dieser Zone so knapp bemessen, daß weitere Beobachtungen und neue Tatsachen zuzufügen reichlich angezeigt erscheint.

[1] Über Glazialspuren im Rheinischen Schiefergebirge. Verhandl. Nat. Ver. d. Rheinl. u. Westf. 69. Bonn 1912. p. 166.

Einleitend sei vorausgeschickt, daß die stratigraphischen Hauptelemente des in Frage stehenden Gebietes repräsentiert werden durch kristalline Schiefer einerseits und anderseits durch die Carbonatgesteine der südalpinen Serie. Tektonisch gehören erstere zur kristallinen Schiefermasse, welche den Grundstock des südlichen Tessin bildet, während letztere bekanntlich Teile des westwärts hier bald ausklingenden dinaridischen Gebirgssystemes sind. Die Grenzlinie zwischen beiden verläuft in unserem Gebiet wenig nördlich der Wasserscheide zwischen östlichem Luganersee und Val Colla. Nach Bistram's Darstellung sind die dinaridischen Gebirgsmassen hier längs einer steilstehenden Verwerfungsfläche abgesunken. Entlang derselben sind Gesteine vermerkt, welche Bistram unter dem Sammelnamen „Verrucano" zusammenfaßt, indem er angibt, daß es sich um Buntsandstein- (Servino-) und Verrucano-(Perm-)ähnliche Bildungen handle. Er betont lückenhaftes Auftreten und gibt auf seiner Karte für die ganze Zone von Lugano bis zum Comersee nur fünf Vorkommen an.

Schon A. Escher von der Linth („Geol. Bemerkungen über das nördl. Vorarlberg" etc. 1853. p. 88) beschreibt ein hierher zu rechnendes Schichtprofil vom Westufer des Comersees, das über den kristallinen Schiefern rote und grüne Schiefer mit sandigen Zwischenlagen, rote, sandige Konglomerate mit Quarzit und Porphyrgeröllen und darüber feinkörnigen, weißlichen Quarzsandstein aufweist. Auch werden hier schon die schiefrigen Gesteine mit Servino (Buntsandstein) verglichen und die Konglomerate als Verrucano (Perm) bezeichnet.

Die Begehung der in Frage stehenden Zone (Karte 1 : 50000. 538 u. 539) von Lugano bis an die schweizerisch-italienische Grenze im östlichen oberen Teile des V. Colla (Bocchetta di San Bernardo) hat nun erwiesen, dass entsprechende Bildungen wie die durch Escher v. d. Linth beschriebenen, in einem ununterbrochenen Zuge von Bocchetta di San Bernardo bis östlich oberhalb Dorf Cadro (5 km NE von Lugano) vorhanden sind. Und im weiteren Verlaufe ist die Fortsetzung des Gesteinszuges nach Süden in die auf der Karte Bistram's bei Curreggia und am Mtr. Bré eingetragenen „Verrucano"-Vorkommen durch das Vorhandensein entsprechender Gesteinsbrocken im Gehängeschutt oberhalb Davesco—Soragno gewährleistet.

Es darf nach diesem Befunde als sicher vorausgesagt werden, daß sich auch östlich der Bocchetta di San Bernardo, auf italienischem Gebiet, zwischen kristallinen Schiefern und carbonatischen Gesteinen ein kontinuierlicher Schichtkomplex wird feststellen lassen, welchem das „Verrucano"-Vorkommen bei der Bocchetta der Karte Bistram's und das durch Escher v. d. Linth beschriebene, 13 km weiter östlich gelegene Vorkommen am Comersee angehören werden.

Für den Gesteinszug lassen sich auf Schweizer Gebiet durchgehende stratigraphische Züge feststellen. Die besten Aufschlüsse bieten die oberen Teile der von der Cima del Noresso (1 km westl. der Bocchetta di San Bernardo) nach Norden führenden Bacheinschnitte und die Bachrisse auf Alp Matterone (3 km WSW der Bocchetta).

An der erstgenannten Lokalität, und zwar im Bachgraben der von P. 1729 der Grenze herkommt, stehen in den tieferen Gebirgslagen bis zu einer Höhe von rund 1350 m kristalline Schiefer an. Dieselben streichen durchschnittlich W—E bis N 40° E und fallen 30—35° S. Ihre hangenden Partien bestehen aus dichten, dunklen Amphibolschiefern, die den Felskopf bilden, um welchen herum sich die beiden von P. 1729 und 1724 der Grenze herkommenden Wasserläufe vereinigen.

Über den amphibolitischen Schiefern liegen großblätterige, muscovitreiche Glimmerschiefer in geringer Mächtigkeit.

Es folgen darüber in einigen Metern Mächtigkeit dunkle, weiche Tonschiefer, welche in kleinen Stückchen abblättern.

Im Hangenden folgt eine härtere Gesteinslage, die rotbraun anwittert und etwas sericitischen Glanz auf den Schichtflächen aufweist. Das Gestein ist in frischem Zustand blaugrau und felsartig dicht.

Es folgen darüber vorwiegend grobkörnige, muscovitführende Quarzsandsteine mit vereinzelten Lagen von Konglomeraten mit maximal nußgroßen Quarzitgeröllen. Die Mächtigkeit der Gesteinsserie über den kristallinen Schiefern beträgt total ca. 25 m. Ihre Lagerung zeigt schwaches (10—20°) S-Fallen. Sie wird in dieser Lokalität überdeckt durch Blockmassen der carbonatischen Triasgesteine.

Westlich dieses Aufschlusses, am Saumpfad nach Piancabella, sind die hangenden Partien besser aufgeschlossen. Konglomerate treten reichlicher auf. Die teilweise feinkörnigen Sandsteine enthalten kohlige Bestandteile und zeigen in den hangendsten Lagen zuweilen rote Färbung, die Gerölle bestehen ausschließlich aus Quarzit. Auch graue tonige Zwischenlagen sind nach dem Hangenden zu konstatieren.

Die Überlagerung der Gesteinsserie wird durch etwas bituminöse Triasdolomite gebildet bei anscheinend konkordanter Lagerung und nur etwas steilerem Südfallen.

Wenig westlich, im westlichsten der kleinen Nebengraben, beobachtet man Teile desselben Profils. Auf rund 1430 m ist daselbst angeblich um 1900 in den Sandsteinen ein Versuch auf Erschürfung von Kohle gemacht worden. Es steht daselbst oberflächlich eine unbedeutende und unregelmäßige Lage blätteriger, tonig-graphitischer Masse an.

Weiter nach Westen lassen sich überall Gesteine der obigen Serie konstatieren, so z. B. am Bach des Val di Spina bei rund 1400 m Höhe.

Auf Alp Matterone ist das Profil weniger kontinuierlich, dafür aber auf breiter Fläche aufgeschlossen. Das Dach der kristallinen Schieferserie liegt auf der N-Seite des Baches und schneidet ihn, westwärts streichend, auf rund Höhe 1200 m. Die Basis der Triasbildungen ist nördlich Matterone bei Punkt 1404 aufgeschlossen und liegt daselbst am genauen Orte, den die Karte Bistram's angibt. Die zwischenliegenden Schichtmassen zeigen durchaus den vom erstgenannten Vorkommen beschriebenen Charakter. Besonders zu erwähnen sind Konglomeratlagen mit bis kopfgroßen Quarzitgeröllen, welche im Bachriß der auf Karte 1 : 50000 (Bl. 538) die Buchstaben „t" des Wortes Matterone schneidet.

Die Konglomerate enthalten neben Quarzitgeröllen auch Gneisbrocken in weniger stark gerundeter Form. Andere Gesteine wurden keine beobachtet.

Im weiteren Verlaufe des Gesteinszuges nach Westen, woselbst er in allen Bachrissen auf der N-Seite der Denti della Vecchia beobachtet werden kann, läßt sich eine Zunahme in der Mächtigkeit der Sandsteinschichten erkennen. Konglomerate treten zurück. Die tonigen Bildungen des Liegenden werden ausgesprochener. Sie enthalten zuweilen kleine Quarzitgerölle. Quarzitartig entwickelte Schichten lassen sich erkennen.

Im Gegensatze zu den Angaben der Karte Bistram's muß festgestellt werden, daß im ersten Graben südlich Carro (nordöstlich Cadro) Tone und Sandsteine zwischen den Höhen 830 und 900 m in normaler Lagerung anstehen und unterteuft sind durch dieselben dichten, rotbraun anwitternden, im frischen Zustand graublauen Gesteine, wie sie aus der Liegendpartie vom erstbeschriebenen Aufschluß genannt wurden.

Südlich davon wurde das Dach der Serie auf Höhe rund 870 m am Fußwege Carro—Val del Castello festgestellt. Im südlicheren Graben von V. del Carone erscheinen die Tone bei Höhe 750, während die Basis der ganzen Schichtserie bei rund 700 m Höhe diesen Graben schneidet.

Südlicher kann nach dem erwähnten Auftreten von Blockmassen am Fußweg Davesco—Colorino das Dach der Sandsteinmasse auf rund 730 m angesetzt werden.

Zusammenfassend kann also betont werden, daß die Triasmassen am östlichen Luganer See unterlagert werden von einer tektonisch und stratigraphisch kontinuierlichen Schichtserie, die sich anscheinend konkordant dem kristallinen Grundgebirge auflegt.

Die Altersfrage der Gesteine dieser Serie ist bis heute nicht endgültig gelöst. Sie sind allgemein der untersten Trias (Buntsandstein) und dem Perm (Verrucano) zugeteilt worden, wobei jedoch ausdrücklich die Unsicherheit der Zuteilung speziell für das behandelte Gebiet betont wurde (Bistram, p. 14, 15).

Die teilweise große Ähnlichkeit, welche die Gesteine der obigen Serie mit den carbonischen Konglomeraten, Sandsteinen und Tonen von Manno, NW Lugano zeigen, haben die Frage hochkommen lassen, ob nicht doch auch in der beschriebenen Gesteinsserie Bildungen des Carbon vorhanden sind. Bis jetzt können nur petrographische Tatsachen zum Entscheid vorgebracht werden. Paläontologische Beweise stehen aus.

Die carbonische Serie von Manno enthält Konglomerate mit Quarzitgeröllen und untergeordnet hellen, wenig stark gerundeten Gneisstücken. Für die Konglomerate von Matterone ist dasselbe hier namhaft gemacht worden.

Gewisse Sandsteine aus der Serie des Val Colla entsprechen den Manno-Sandsteinen, sind aber bedeutend stärker gepreßt. Pflanzliche Bestandteile, wie bei Manno häufig, sind in ihnen unkenntlich, offenbar aber in den vorhandenen gepreßten, graphitischen Fetzen und Massen zu erblicken.

Die kohligen Tonlagen von Manno sind nicht unähnlich jenen entsprechenden Lagen, welche im erstbeschriebenen Aufschluß genannt wurden.

Es ist hiernach einstweilen als sehr wahrscheinlich zu bezeichnen, daß gewisse Partien des beschriebenen Gesteinszuges dem Carbon zuzurechnen sind. Während andere, wie aus dieser und den Beschreibungen Escher's v. d. Linth und Bistram's hervorgeht, nach ihrem Habitus zum eigentlichen Verrucano (Perm) und zum Buntsandstein (Servino) gerechnet werden müssen.

Juni 1916.

Personalia.

Hendrik Enno Boeke

* 12. September 1881, † 6. Dezember 1918.

Das trostlose Ende des gewaltigen Kampfes um Deutschlands Weltstellung, die Vergeblichkeit all der ungeheuren Opfer an Blut und Gut lassen uns den Schmerz über den Kriegstod und über die Kriegsgebrechen so vieler Millionen unserer Volksgenossen ganz besonders tief empfinden. Eine Trauer ohne gleichen durchzieht das deutsche Land.

Besonders reiche Ernte hat der Tod unter den aufopferungsfreudigen Scharen der Mitglieder unserer Hochschulen gehalten. Die Ehrentafeln auch der mineralogischen Institute mit den Namen so manches bewährten und so vieler sich noch entfaltender Jünger unserer Wissenschaft zeugen davon in erschreckender Weise.

Und kaum, daß nun die langen Kreuzesreihen, die der Krieg errichtet hat, ihr Ende gefunden haben, da erfaßt unseren mineralogischen Kreis von neuem die Tragik einer Trauerbotschaft: einer der Besten, Hendrik Enno Boeke, ist dahingegangen. Er kehrte

aus dem Kriege heim, zu einem, wie man von dem jugendfrischen Manne fest hoffen konnte, langjährigen Schaffen; und jetzt deckt ihn bereits das Grab.

So bedeutet denn sein Tod den Zusammenbruch vieler schöner Hoffnungen, die von all seinen Fachgenossen auf ihn, den die Natur mit selten großen Gaben des Geistes ausgestattet hatte, gesetzt wurden. Er war einer der Rüstigsten, Freudigsten und Erfolgreichsten auf den neuen mineralogischen Forschungswegen. Seine mathematische Begabung und der Gang seiner Studien machten ihn dafür ganz besonders geeignet. Nachdem der Neunzehnjährige im August 1900 seine Maturitätsprüfung an der Oberrealschule in Amsterdam erledigt und im selben Monat auch das staatliche Ergänzungsexamen in Griechisch und Latein bestanden hatte, bezog er als Student der Chemie die Universität Amsterdam. Viele Anregungen zu diesem Studium gingen auf ihn von seinem Onkel van Bemmelen, dem bekannten Forscher auf dem Gebiete der Kolloidchemie, über. Als Chemiker hat Boeke auch das Kandidatenexamen (1903) und das Doktorexamen (1905) abgelegt. Seine Dissertation, die, wie es in Holland Brauch ist, erst nach der mündlichen Prüfung ausgearbeitet wurde, behandelte ein physikalisch-chemisches Thema: Die Mischkristalle von wasserfreiem Natriumsulfat, -molybdat und -wolframat.

Im September 1905 siedelte Boeke nach Göttingen über, um insbesondere im Laboratorium von Prof. Tammann zu arbeiten; auch fing er an, sich mit Mineralogie und Geologie zu beschäftigen. An der Georgia Augusta blieb Enno Boeke bis zum Juli 1906. Ein Brief, den ich mich glücklich fühle an Prof. Tammann geschrieben zu haben, mit der Bitte, mir einen seiner Schüler als Assistenten zuzuweisen, hat Boeke endgültig der Mineralogie und Petrographie zugeführt. Er kam zu mir an die Technische Hochschule in Hannover, wo ich die Fächer Mineralogie und Geologie vertrat. Selten wohl gab es für einen Professor und seinen Assistenten eine schönere Zeit, als sie für uns in den herrlichen Räumen der Hannoverschen Hochschule in gegenseitigem wissenschaftlichen Geben und Nehmen bei Studien und Forschungen verstrich. Dazu kam die gemeinsame Freude am Unterricht auf vielen Wanderungen mit den Studierenden gleichwie in Übungen und Vorträgen.

In die Hannoversche Zeit fällt auch Boeke's Verheiratung mit Leonore Mirandolla, die mit ihrer Liebe für ihn die zu seiner Wissenschaft verband, und die auch selber naturkundliche Hochschulstudien getrieben hatte. Mit ihrem Sinn für Musik und anmutige Häuslichkeit wurde sie ein starkes Moment des Glückes für unseren Freund.

Als ich 1908 an die Universität Königsberg übersiedelte, schloß sich Boeke mir an. Dort hat er sich am 15. Juli 1908 für Mineralogie habilitiert. Von Leipzig aus konnte ich ihm 1909 zu meiner großen Freude das Anerbieten übermitteln, die erste in

Deutschland begründete a. o. Professur für physikalisch-chemische Mineralogie und Petrographie zu übernehmen. Hier hat er sich in ausgezeichneten Spezialvorlesungen und Übungen und, wie früher, in physikalisch-chemisch-petrographischen Forschungen vortrefflich bewährt. So kam auch bald (1911) ein Ruf zur Betätigung in eigenem Institut: Boeke wurde der Nachfolger Luedecke's in Halle. Kurz darauf gab ihm eine weitere Berufung die Stellung eines o. Professors für Mineralogie und Petrographie an der neugegründeten schönen Universität Frankfurt a. M. Am 1. Oktober 1914 trat er dort sein Lehramt an.

In all diesen Stellungen hat sich Boeke mit der ganzen, ihm eigenen, stetigen Kraft seinen Aufgaben gewidmet, frohen Mutes über die erreichten Erfolge und im begründeten Selbstvertrauen zu seiner Befähigung auch für schwierige Themata. Im Unterricht stellte er anfangs vielleicht für den Durchschnitt der Studierenden etwas zu hohe Anforderungen, doch hatte er bald die Kunst gelernt, ohne Preisgabe des wissenschaftlichen Standpunktes sich anzupassen. Das beweisen auch die vortrefflichen kleinen Unterrichtswerke Boeke's über stereographische und gnomonische Projektion in ihrer Anwendung auf Kristallographie, gleichwie seine Darlegungen über Mineral- und Gesteinsbildung im Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Gelegenheit zu ganz allgemein verständlichem Lehren hat Boeke in den letzten Jahren gern genommen bei Vorträgen für weitere Kreise in Frankfurt, wie er denn auch während seiner Kriegszeit in Flandern sich durch entsprechende Veranstaltungen für seine Kameraden Verdienste erworben hat.

Mit dem Tode des erst 37jährigen sind die Pläne und Wünsche, die er, unter Aussteckung weiter Ziele, hinsichtlich Forschung, Unterricht und Zeitschriftenwesen unseres Faches hegte, jäh zunichte geworden. Sicherlich hätte ein weiteres Wirken Boeke's Jahrzehnte hindurch kräftig mit dazu beigetragen, unsere schöne Wissenschaft mit Hilfe der vielen neuen Mittel, die Boeke glänzend beherrschte, mehr und mehr auszubauen. Aber selbst die nur kurze Spanne Zeit, in der er mineralogisch-petrographisch forschend tätig war, hat ihn zu überaus wertvollen Forschungsabschlüssen geführt. Die Liste seiner wissenschaftlichen Veröffentlichungen am Schlusse dieses Nachrufes gibt darüber einen Anhalt. Man erkennt beim Überblicken der stattlichen Reihe von Schriften, daß ihm bei aller Neigung zu theoretischer Betrachtung der wirklich mineralogisch-petrographische Arbeit kennzeichnende Sinn dafür nicht abging, daß im Vordergrunde des Interesses als Anregung für die Forschung das von der Natur Gegebene stehen muß.

So waren es zunächst die Probleme der Kalisalzpetrographie, die ihn anzogen. H. J. van't Hoff hatte den Schlüssel zum physikalisch-chemischen Verständnis der gewaltigen unterirdischen deutschen Salzgesteine gefunden. Viele Rätsel der Inkongruenz zwischen dem theoretischen Schema und der Praxis in der Natur blieben aber

noch zu lösen. Da hat sich denn Boeke, oft mit mir gemeinsam, auf ungemein zahlreichen Einfahrten ein Bild von den tatsächlichen Verhältnissen der steinernen Dokumente aus der Dyaszeit gemacht, Profile ausgemessen, Proben gesammelt und sie seinen Studien zugrunde gelegt. So entstanden seine umfangreichen schönen Darlegungen über das Vorkommen von Brom und das Fehlen des Jods in den Salzlagerstätten, über die Carnallite, die Borate sowie über ein von ihm Rinneit genanntes, in großen Massen gefundenes Salzmineral. Stets führte er den naturkundlichen Befund auf die grundlegenden physikalisch-chemischen Umstände durch eingehende und weitgreifende Versuche und Überlegungen zurück. Eine Verbesserung der einschlägigen graphischen Methoden ging nebenher.

Eine zweite Serie von Arbeiten bezog sich auf die Zustandsänderungen der Carbonate. Hier zeigte und entfaltete sich mehr und mehr die besondere Geschicklichkeit Boeke's für schwierige experimentelle Untersuchungen; handelte es sich doch darum, in Bomben unter Kohlensäuredruck die Dissoziation bei hoher Temperatur zurückzuhalten und dennoch gleichzeitig das Material thermisch und sogar mikroskopisch zu kontrollieren.

Wieder ein anderes Thema, das Verhalten des Meteoreisens unter dem Einfluß hoher Temperatur, hat Boeke mit mir zusammen gefördert, gleichwie auch Studien am Troilit von uns gemeinsam ausgeführt wurden.

Die Vorliebe für chemische Probleme führte ihn zu eingehenden Arbeiten, die darauf abzielten, die reichlich angesammelten Ergebnisse analytisch-chemischer Forschungen an Mineralen zusammenfassend zu verwerten. In dem Sinne führte er Methoden der drei- und mehrdimensionalen Geometrie zum Zwecke einer graphischen Übersichtsbetrachtung der gegliederten Analysendaten in die Mineralogie ein. Wichtige natürliche kristallisierte Stoffe, wie die Augite, Hornblenden, Granatmineralien, Glimmer und Turmaline, wurden in solche Überlegungen gezogen, um ihr chemisches Wesen zu ergründen. In einigen Schlußfolgerungen ist Boeke in diesen Arbeiten bei der Ablehnung bestehender Auffassungen anfangs wohl zu weit gegangen. Es lag das in seinem besonders ausgeprägten Sinne begründet, nur auf dem weiterzubauen, was exakt bewiesen vorliegt; sein Bestreben ging dahin, im Hause der Mineralogie und Petrographie zunächst einmal alles vom Staube nicht voll begründeter Vorstellungen zu reinigen, um auf fester mathematisch und physikalisch-chemisch begründeter Basis die Arbeit weiterführen zu können. Das war auch die Veranlassung für Boeke, sein bekanntes bewunderungswürdiges Buch über die Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie zu schreiben. Es ist in der Tat ein fester Grund geworden, auf den sich jeder Petrograph gern stellen wird.

Boeke hoffte, dieser Ausarbeitung der Grundlagen, nach weiterem eigenen Eindringen in die naturkundliche Seite der

Petrographie, speziellere Studien folgen zu lassen; insbesondere interessierten ihn die Erzausscheidungen aus natürlichen Schmelzflüssen; Beobachtungen im Gabbrogebiete des Harzes und bei Gelegenheit der Geologenkongresse in Schweden und Kanada regten ihn zu einschlägigen Überlegungen an. Später sollte dann noch einmal eine Zusammenfassung aller physikalisch-chemischen Betrachtungen der Petrographie erfolgen.

Das hätte ihm wissenschaftliche Arbeit für ein langes Leben gegeben, und so ist es schwer darüber hinwegzukommen, daß dieser von der Natur an Körper und Geist gleich ausgezeichnete, arbeitsfreudige, tatkräftige Mann in das Reich des Todes trat.

Bei den Fachgenossen wird er allezeit in hoher Anerkennung stehen. Teuer ist er uns auch als deutscher Mann. Von Geburt und Erziehung war er Holländer; er hat aber in diesen schweren Kriegsjahren mit uns gefühlt; er ist als einfacher Soldat für seine neue Heimat eingetreten und hat als Hochschullehrer an der neubegründeten Universität Gent für die deutsche Sache bis zum Zusammenbruche der Front opferfreudig gewirkt.

Ehre seinem Andenken! F. Rinne.

Verzeichnis der Arbeiten von H. E. Boeke.

1. De Mengkristallen bij Natrium-Sulfaat, -Molybdaat en -Wolframaat. Inaug.-Diss. Amsterdam. 24. April 1906.
2. Die Mischkristalle von wasserfreiem Natriumsulfat, -molybdat und -wolframat. Deutscher Auszug aus 1. Zeitschr. f. anorg. Chem. **50**. 1906. p. 355—381.
3. Über eine abnorme Erniedrigung der Umwandlungstemperatur bei Mischkristallen. Zeitschr. f. phys. Chem. **56**. 1906. p. 686—688.
4. Über das Verhalten von Baryum- und von Calciumcarbonat bei hohen Temperaturen. Zeitschr. f. anorg. Chem. **50**. 1906. p. 244—248.
5. Die Modifikationsänderung des Schwefeleisens. (Gemeinschaftlich mit F. Rinne.) Zeitschr. f. anorg. Chem. **53**. 1907. p. 338—343.
6. El Inca, ein neues Meteoreisen. (Gemeinschaftlich mit F. Rinne.) N. Jahrb. f. Min. etc. Festband 1907. p. 227—255.
7. Physikalisch-chemische und mineralogische Studien über das Vorkommen von Brom und Jod in den Kalisalzablagerungen. Sitzungsber. der K. Akad. d. Wiss. Berlin. 1908. p. 439—441.
8. Über das Kristallisationsschema der Chloride, Bromide und Jodide von Natrium, Kalium und Magnesium, sowie über das Vorkommen des Broms und Fehlen von Jod in den Kalisalzlagerstätten. Zeitschr. f. Krist. **45**. 1908. p. 346—391. (Habilitationsschrift Königsberg.)
9. Isotrimorphismus von Carnallit und Bromcarnallit. Dies. Centralbl. 1908. p. 710—712.
10. Über Thermometamorphose und Sammelkristallisation. (Gemeinschaftlich mit F. Rinne.) Tscherm. Min. u. petr. Mitt. **27**. 1908. p. 393—398.
11. Über die Entstehung der Mineralien. Naturwiss. Rundschau. 1909. 4 p (Antrittsvorlesung Königsberg.)

12. Het ontstaan der mineralen. Chem. Weekblad. 1908. p. 711—719. (Holländische Übertragung von 11.)
13. Vorrichtung für mikroskopische Beobachtungen bei tiefen Temperaturen. Zeitschr. f. Instrumentenkunde. 1909. p. 72—74.
14. Die Kristallisationsschemata der Kalisalze und ihre Anwendung auf das natürliche Vorkommen. „Gaea". 1909. Heft 6.
15. Über Meteorite. Schriften der physikal.-ökonom. Gesellsch. Königsberg 1909. p. 165—168.
16. Rinneit, ein neugefundenes eisenchlorürhaltiges Salzmineral. Dies. Centralbl. 1909. p. 72—75.
17. Die künstliche Darstellung des Rinneits auf Grund seines Löslichkeitsdiagrammes. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin. 1909. p. 632—638.
18. Eine neue Verbindung von Eisenchlorür und Chlormagnesium. Vorläufige Mitteilung. „Kali". 1909. p. 147.
19. Das Rinneitvorkommen von Wolkramshausen am Südharz. Ein Beitrag zur Salzpetrographie. N. Jahrb. f. Min. etc. 1909. II. p. 19—56.
20. Übersicht der Mineralogie, Petrographie und Geologie der Kalisalzlagerstätten. Berlin 1909.
21. Eine graphische Darstellung der Salzgesteine und ihre Anwendung auf die verbreitetsten Salzarten. „Kali". 4. 1910. p. 1—5.
22. Eine einfache graphische Anwendungsmethode der Zahlenergebnisse bei VAN'T HOFF's Untersuchungen zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen. Zeitschr. f. Krist. 47. 1910. p. 273—283.
23. Ein Schlüssel zur Beurteilung des Kristallisationsverlaufes der bei der Kalisalzverarbeitung vorkommenden Lösungen. Halle a. S. Wilh. Knapp's Verlag. 1910.
24. Über die Borate der Kalisalzlagerstätten. Dies. Centralbl. 1910. p. 531—539.
25. De Kringsloop der Gesteenten. Gedenkboek VAN BEMMELEN. 1910. p. 275—283.
26. Über die Eisensalze in den Kalisalzlagerstätten. N. Jahrb. f. Min. etc. 1911. I. p. 48—76.
27. J. M. VAN BEMMELEN †. Dies. Centralbl. 1911. p. 225—226.
28. Die Anwendung der stereographischen Projektion bei kristallographischen Untersuchungen. Berlin 1911, bei Gebr. Borntraeger. 58 p.
29. J. H. VAN'T HOFF, seine Bedeutung für Mineralogie und Geologie. Fortschritte der Mineralogie etc. 1911. p. 285—290.
30. Räumliche ternäre Kristallisationsmodelle für den Unterricht in physikalisch-chemischer Mineralogie. Dies. Centralbl. 1912. p. 257—269.
31. Die Schmelzerscheinungen und die umkehrbare Umwandlung des Calciumcarbonates. N. Jahrb. f. Min. etc. 1912. I. p. 91—121.
32. Mineral- und Gesteinsbildung aus dem Schmelzfluß (Magma) und durch Pneumatolyse. Handwörterb. d. Naturwiss. Jena. 6. 1912. p. 919—930.
33. Bildung und Bau der deutschen Kalisalzlagerstätten. „Die Umschau". 1913. p. 207—210.

34. Über die graphische Ermittelung der Kristallelemente und den Zonenverband in der gnomonischen Projektion. Zeitschr. f. Krist. **52**. 1913. p. 175—178.
35. Die gnomonische Projektion in ihrer Anwendung auf kristallographische Aufgaben. Berlin 1913, bei Gebr. Borntraeger. (54 p.)
36. Carbonatschmelzen unter Kohlensäuredruck. II. Über Witherit, Alstonit, Barytocalcit und Strontianit. Mitt. d. Naturf. Gesellsch. Halle. **3**. 1913. p. 13—24.
37. Bemerkung über die Theorie von J. Johnston bezüglich des Verhaltens fester Stoffe unter ungleichförmigem Druck. Dies. Centralbl. 1913. p. 321—324.
38. Salzlagerstätten. Handwörterb. d. Naturwiss. **8**. 1913. p. 541—558.
39. Die Granatgruppe. Eine statistische Untersuchung. Zeitschr. f. Krist. **53**. 1913. p. 149—157.
40. Die Erzlagerstätten Nord-Ontarios, insbesondere die Nickellagerstätte von Sudbury. Mitt. d. Naturf. Gesellsch. Halle. **3**. 1913. p. 25—33.
41. Zur chemischen Zusammensetzung der tonerdehaltigen Augite, eine Anwendung quaternärer graphischer Darstellungen auf mineralogische Fragen. Zeitschr. f. Krist. **53**. 1914. p. 445—462.
42. Die relative Stabilität von Diamant und Graphit. Dies. Centralbl. 1914. p. 321—325.
43. Petrographisch onderzoek van de zoutkernen der diepboring „Ratum" bij Winterswijk. Jaarverslag Rijksopsporing van Delfstoffen over 1913. 6 p.
44. Die Methoden zur Untersuchung des Molekularzustandes von Silikatschmelzen. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **39**. 1914. p. 64—78.
45. Zu G. Tschermak's Aufsatz „Über die chemische Zusammensetzung tonerdehaltiger Augite". Dies. Centralbl. 1915. p. 1—3.
46. Die Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. Berlin, bei Gebr. Borntraeger. 1915. 428 p.
47. Die alkalifreien Aluminiumaugite. Dies. Centralbl. 1915. p. 422—431.
48. Bemerkungen zu einer Arbeit von O. Andersen „Das System Anorthit—Forsterit—Kieseldioxyd". Dies. Centralbl. 1916. p. 313—317.
49. Die Grenzen der Mischkristallbildung im Muscovit und Biotit. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. I. p. 83—117.
50. Über die allgemeine Verwendung des gleichseitigen Tetraeders für die Darstellung von Vierstoffsystemen, mit einer Anwendung auf alkali- und tonerdehaltige Hornblende. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. I. p. 118—125.
51. Eine Anwendung mehrdimensionaler Geometrie auf chemisch-mineralogische Fragen, die Zusammensetzung des Turmalins. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. p. 109—148.
52. Über Vierstoffsysteme. Zeitschr. f. anorg. Chem. **98**. 1916. p. 203—222.
53. Die Bestimmung der Temperatur geologischer Vorgänge. „Die Umschau". 1917. p. 831—834.

Boeke's sehr zahlreicher Referate im Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. sei hier gleichfalls gedacht.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Struktur und Symmetrie der Mineralien Anatas, Rutil, Zirkon und Xenotim.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

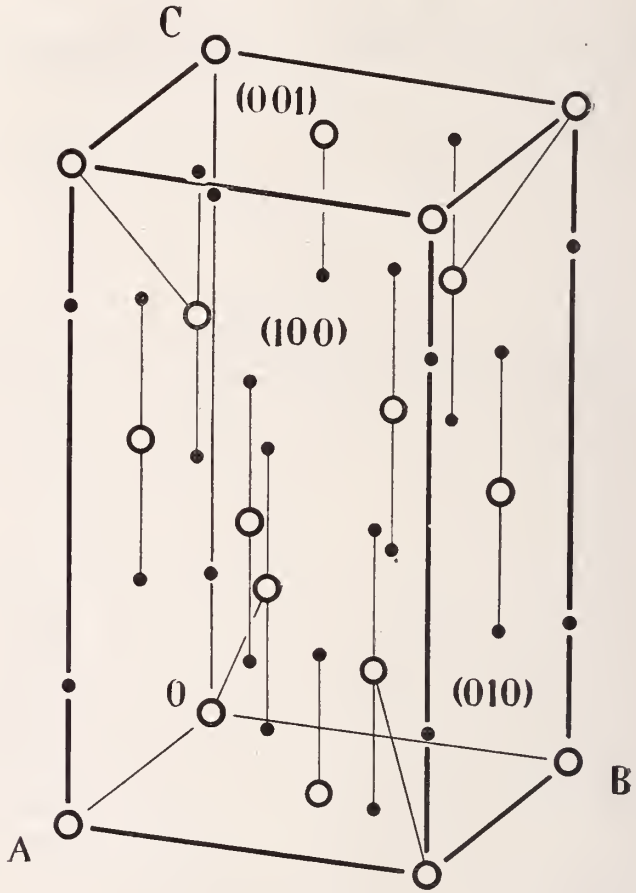
Mit 5 Textfiguren.

I. Einleitung.

Jede irgendwie ermittelte Kristallstruktur hat dreierlei Proben zu bestehen: eine chemische, eine physikalische und eine kristallographische; sie muß nämlich erstens mit der empirischen chemischen Formel, zweitens mit dem spezifischen Gewicht und drittens mit den Winkeln und der morphologischen Symmetrie der Kristallart harmonieren. Die kristallographische Forderung zerfällt demnach in zwei Teile. Einmal sollen jeder möglichen Kristallfläche oder Kristallkante Gitterebenen oder Gitterlinien parallel laufen, was eine Übereinstimmung der Gitterkonstanten mit den morphologischen Konstanten und der Gittersymmetrie mit dem Kristallsystem des Kristalles bedeutet; dann aber soll auch die Struktursymmetrie mit der Symmetrieklasse der Kristallgestalt in Einklang stehen. Über diesen Einklang sei folgendes bemerkt. Oft lassen sich einer bestimmten Struktur oder Atomanordnung mehrere Raumgruppen zuweisen, indem man die gedachte Symmetrie der Atome variiert. Diese n Raumgruppen Γ sind dann aber stets n Symmetriegruppen G eines einzigen Kristallsystems, nämlich desjenigen der Kristallart, isomorph. Dieser Isomorphie-Begriff bedeutet, daß jeder Spiegelungsebene einer Gruppe G eine Schar von Spiegelungsebenen oder Gleitspiegelungsebenen einer Gruppe Γ parallel ist, ebenso jeder m-zähligen Drehungsachse bzw. Drehspiegelungsachse von G eine Schar gleichzähliger Drehungs- oder Schraubungsachsen bzw. Drehspiegelungsachsen von Γ.

Von diesen n Raumgruppen Γ hat man nur diejenigen in Betracht zu ziehen, deren isomorphe Symmetriegruppen G als Untergruppen in der aus den Kristallformen abgeleiteten Symmetriegruppe G' stecken, einschließlich des Grenzfalles, daß eine der Gruppen G identisch mit G' ist. Diese Darlegung stützt sich auf die Tatsache, daß die Struktursymmetrie G als die wahre Symmetrie der Kristallform anzusehen ist und daß letztere zwar eine höhere, nicht aber eine niedrigere Symmetrie vorzutäuschen vermag.

Nun hat L. Vegard[1] nach dem Bragg'schen Verfahren die Struktur der Mineralien Anatas, Rutil, Zirkon und Xenotim ermittelt und daraufhin ihre Strukturs symmetrie für identisch mit der ihnen seither zugeschriebenen Formsymmetrie erklärt[2].



Maßstab $= 1 \times 10^8$. ○ = Ti, ● = 0.

Fig. 1. Anatas.

Daß diese Feststellung für Anatas, Rutil und Xenotim, nicht aber für Zirkon zutrifft, soll im folgenden durch Ableitung der Raumgruppen gezeigt werden.

[1] L. Vegard, Philos. Magaz. 32. p. 68 u. 505. 1916.
[2] L. Vegard, l. c. p. 77, 81, 511 u. 517.

II. Anatas (TiO_2).

Fig. 1 zeigt alle Ti-Atome ○ und O-Atome ●, die in und auf einer flächenzentrierten tetragonalen Säule $\{100\}\,\{001\}$ liegen; sie bestimmen zwei Ti-Gitter nach flächenzentrierten tetragonalen Säulen $\{100\}\,\{001\}$ und vier ebensolche O-Gitter. Es herrscht also die Schoenflies'sche Translationsgruppe Γ_q'. Die drei Kanten jener Säule nennen wir $\mathfrak{a}_1$ (// X), $\mathfrak{a}_2$ (// Y) und c (// Z). Dann ist $|\mathfrak{a}_1| = |\mathfrak{a}_2| = a = 5{,}27$ Ångströmeinheiten und $|c| = c = 9{,}37$ Å.; $\frac{c}{a}$ ergibt sich somit als identisch mit dem morphologischen Achsenverhältnis der Anataskristalle.

In Fig. 1 ist $0A = \mathfrak{a}_1$, $0B = \mathfrak{a}_2$ und $0C = c$. Wählen wir die drei Parameter $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{a}_2$, c eines der beiden Ti-Gitter als Koordinatentripel, so wird es in das andere Ti-Gitter sowie die vier O-Gitter durch folgende fünf Verschiebungsvektoren t übergeführt:

$t_2 = \frac{\mathfrak{a}_1 + \mathfrak{a}_2 + c}{4}$, $t_3 = c \cdot \frac{l}{c}$, $t_4 = -c \cdot \frac{l}{c}$, $t_5 = t_2 + c \cdot \frac{l}{c}$,

$t_6 = t_2 - c \cdot \frac{l}{c}$, wo $l = 1{,}95$ Å. der Abstand zwischen einem Ti-Atom und dem unmittelbar darüber oder darunter gelegenen O-Atom ist.

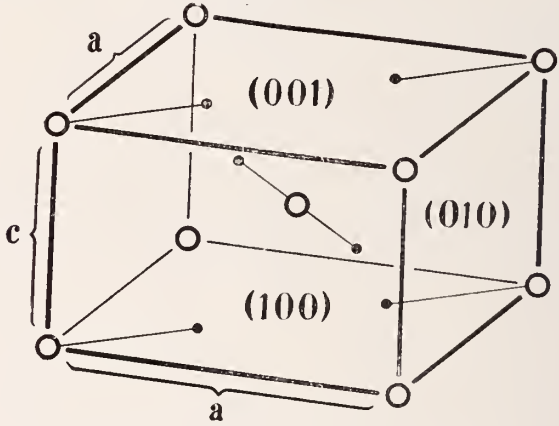
Als Raumgruppe ergibt sich $\mathfrak{D}^{19}_{4,h}$. Sie enthält Spiegelungsebenen // $\{110\}$, Gleitspiegelungsebenen // $\{100\}$ und // $\{001\}$, zweizählige Drehungsachsen sowie auch rechte und linke Schraubungsachsen // [001], zweizählige Drehungsachsen nebst Schraubungsachsen // [110] und // [100] sowie auch Inversionszentren. Die Strukturs ymmetrie ist also tetragonal holoedrisch (ditetragonal bipyramidal).

Die Minimalsymmetrie des Ti-Atoms ist tetragonal sphenoidisch-hemiedrisch (tetragonal skalenoedrisch) mit den beiden Spiegelungsebenen // $\{110\}$ des Anatas, diejenige des O-Atoms ist rhombisch hemimorph (rhombisch pyramidal) mit den beiden Spiegelungsebenen // $\{110\}$ des Anatas.

III. Rutil (TiO_2).

Die Fig. 2 zeigt alle Ti-Atome ○ und alle O-Atome ●, die in und auf einer primitiven tetragonalen Säule $\{100\}\,\{001\}$ liegen; sie bestimmen zwei Ti-Gitter nach einfachen tetragonalen Säulen $\{100\}\,\{001\}$ und vier ebensolche O-Gitter. Es herrscht also die Schoenflies'sche Translationsgruppe Γ_q. Die drei Kanten jener Säule seien wieder $\mathfrak{a}_1$ (// X), $\mathfrak{a}_2$ (// Y) und c (// Z) genannt. Dann ist $|\mathfrak{a}_1| = |\mathfrak{a}_2| = a = 4{,}52$ Å. und $|c| = c = 2{,}91$ Å.; $\frac{c}{a}$ wird demnach identisch mit dem morphologischen Achsenverhältnis des Rutils. Wählen wir die Parameter $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{a}_2$, c eines der beiden Ti-Gitter als Koordinatentripel, so wird es in das andere Ti-Gitter

sowie die vier O-Gitter durch folgende fünf Verschiebungsvektoren t übergeführt: $t_2 = \frac{a_1 + a_2 + c}{2}$, $t_3 = \frac{a_1 + a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l$, $t_4 = -\frac{a_1 + a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l$, $t_5 = t_2 - \frac{a_1 - a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l$, $t_6 = t_2 - \frac{a_2 - a_1}{a\sqrt{2}} \cdot l$, wo $l = 1{,}99$ Å. der Abstand Ti—O in den Richtungen [110] ist.



Maßstab $= 1 \times 10^8$. ○ = Ti. ● = O.

Fig. 2. Rutil.

Als Raumgruppe ergibt sich $\mathfrak{D}_{4h}^{14}$. Sie enthält Spiegelungsebenen // {110} und // {001}, Gleitspiegelungsebenen // {100}, zweizählige Drehungsachsen sowie vierzählige Schraubungsachsen, die zugleich zweizählige Drehungsachsen sind, // [001], Drehungsachsen // [110] und Schraubungsachsen // [100] sowie Inversionszentren.

Die Strukturs ymmetrie ist hiernach tetragonal holoedrisch (ditetragonal bipyramidal).

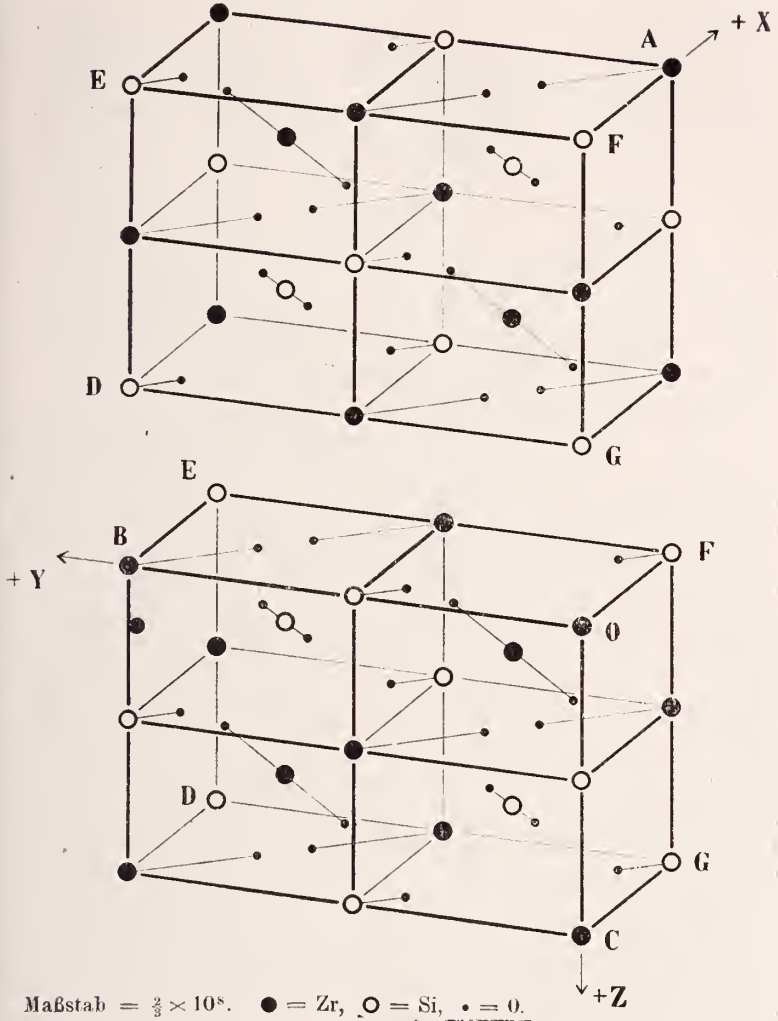
Die Minimalsymmetrie des Ti-Atoms ergibt sich als rhombisch holoedrisch (rhombisch bipyramidal) mit den Spiegelungsebenen // {001} und // {110} des Rutils, diejenige des O-Atoms als rhombisch hemimorph (rhombisch pyramidal) mit der zweizähligen Achse // [110] oder // [1$\bar{1}$0] des Rutilkristalls.

Für Zinnstein, dessen Strukturkonstanten nach L. Vegard gleich $a = 4{,}67$, $c = 3{,}14$ und $l = 2{,}08$ Å. sind, gilt im übrigen das gleiche wie für Rutil.

IV. Zirkon ($ZrO_2 . SiO_2$).

Die Fig. 3 [1] zeigt alle Si-Atome ○, Zr-Atome ● und O-Atome •, die in und auf einer flächenzentrierten tetragonalen Säule {100} {001}

[1] Die beiden Teilfiguren berühren sich in den 4 Punkten D, E, F, G.



Maßstab $= \frac{2}{3} \times 10^8$. ● = Zr, ○ = Si, • = O.

Fig. 3. Zirkon.

liegen; sie bestimmen zwei Zr-Gitter nach flächenzentrierten tetragonalen Säulen $\{100\}\{001\}$, zwei ebensolche Si-Gitter und acht ebensolche O-Gitter. Die Translationsgruppe ist also Γ_9'. Die drei Kanten jener Säule seien wieder $\mathfrak{a}_1$ (// X), $\mathfrak{a}_2$ (// Y) und $\mathfrak{c}$ (// Z) genannt. Dann ist $|\mathfrak{a}_1| = |\mathfrak{a}_2| = a = 9{,}20$ Å. und $|\mathfrak{c}| = c = 5{,}87$ Å., wo $\frac{c}{a}$ identisch mit dem morphologischen Achsenverhältnis der Zirkonkristalle und c bzw. a sehr nahezu gleich 2 c bzw. 2 a des

Rutils oder des Zinnsteins ist. Wählen wir die drei Parameter a_1, a_2, c eines der beiden Zr-Gitter als Koordinatentripel, so wird es in das zweite Zr-Gitter, die beiden Si-Gitter und die acht O-Gitter durch folgende elf Verschiebungsvektoren t übergeführt:

$$t_2 = \frac{a_1 + a_2 + c}{4}, \quad t_3 = \frac{a_1}{2}, \quad t_4 = t_3 + t_2, \quad t_5 = \frac{a_1 - a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l_1,$$

$$t_6 = \frac{a_1 - a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l_1, \quad t_7 = t_2 + \frac{a_1 + a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l_1, \quad t_8 = t_2 - \frac{a_1 + a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l_1,$$

$$t_9 = t_3 + \frac{a_1 - a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l_2, \quad t_{10} = t_3 - \frac{a_1 - a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l_2, \quad t_{11} = t_4 + \frac{a_1 + a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l_2,$$

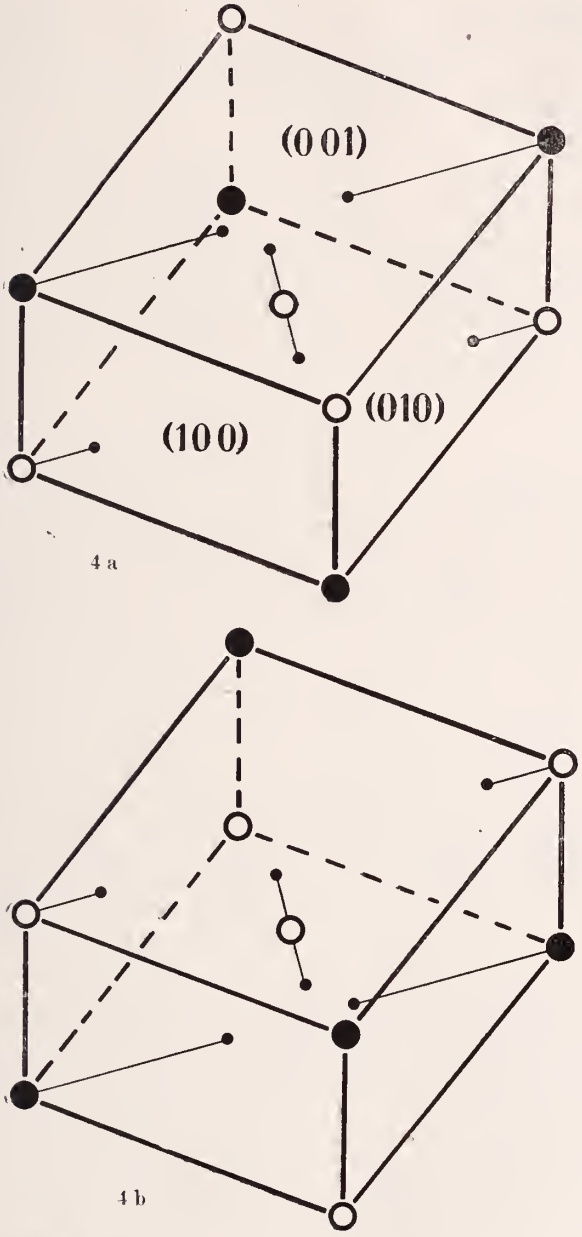
$$t_{12} = t_4 - \frac{a_1 + a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l_2, \text{ wo } l_1 = 2{,}71 \text{ Å. und } l_2 = 1{,}08 \text{ Å. die Abstände Zr—O und Si—O in den Richtungen [110] sind.}$$

Die höchstsymmetrische der hiermit übereinstimmenden Raumgruppen ist $\mathfrak{S}^{11}_{4,v}$; sie enthält zweizählige Drehungsachsen sowie rechte und linke vierzählige Schraubungsachsen // [001], Spiegelungsebenen // {110} und Gleitspiegelungsebenen // {100}. Symmetrieebenen und Symmetrieachsen // {001} fehlen ebenso wie Inversionszentren und Drehspiegelungsachsen. Die Strukturs ymmetrie des Zirkons ist demnach höchstens tetragonal hemimorph-hemiedrisch (ditetragonal pyramidal). Das ersieht man sofort aus den Fig. 4 a und 4 b. Während nämlich 4 a den vorderen oberen linken Oktanten der Fig. 3 darstellt, kann man Fig. 4 b, die durch Spiegelung von Fig. 4 a an der Ebene {001} entsteht, der Fig. 3 nur dann entnehmen, wenn man diese zuvor um 180° um [110] oder um [1$\bar{1}$0] gedreht hat. Der Strukturausschnitt der Fig. 4 a kommt also durch die Umklappung $\mathfrak{U}_{110}$ um [110] in eine Lage 4 b, die zur ursprünglichen Lage spiegelbildlich in bezug auf {001} ist. Somit muß das Produkt aus $\mathfrak{U}_{110}$ und der Spiegelung $\mathfrak{S}_{001}$ an {001}, also $\mathfrak{U}_{110} \cdot \mathfrak{S}_{001}$, äquivalent einer Symmetrieoperation des Strukturausschnittes der Fig. 4 a sein. Als Symmetrieoperationen von Fig. 4 a findet man außer der Identität 1 eine Umklappung $\mathfrak{U}_{001}$ um [001], eine Spiegelung $\mathfrak{S}_{110}$ an (110) und eine Spiegelung $\mathfrak{S}_{1\bar{1}0}$ an (1$\bar{1}$0). Diesen vier Operationen entsprechen die im folgenden darunter stehenden Substitutionen

1	$\mathfrak{U}_{001}$	$\mathfrak{S}_{110}$	$\mathfrak{S}_{1\bar{1}0}$
x y z	$\bar{x}\,\bar{y}$ z	$\bar{y}\,\bar{x}$ z	y x z

Da nun dem oben genannten Produkt $\mathfrak{U}_{110} \cdot \mathfrak{S}_{001}$ die Substitution y x z entspricht, so ist $\mathfrak{U}_{110} \cdot \mathfrak{S}_{001} = \mathfrak{S}_{1\bar{1}0}$, d. h. jenes Produkt ist äquivalent der Symmetrieoperation $\mathfrak{S}_{1\bar{1}0}$ der Fig. 4 a.

Die Minimalsymmetrie des Zr-Atoms sowie des Si-Atoms ist rhombisch hemimorph (rhombisch pyramidal) mit den Spiegelungsebenen // {110} des Zirkons, diejenige der O-Atome ist monoklin



Maßstab = 1×10^8. ○ = Si, ● = Zr, • = O

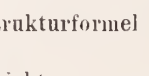
Fig. 4. Zirkon.

hemiedrisch (monoklin domatisch) mit der Spiegelungsebene // (110) oder // (1$\bar{1}$0) des Zirkons.

Man kann in Analogie zum Rutil den Zirkon auch aus einfachen, nicht zentrierten Prismengittern Γ_q aufgebaut denken; dann ergeben sich 4×12 statt 12 Atomgitter nach Prismen $\{100\}\{001\}$, und die Raumgruppe wird $\mathfrak{S}^{4}_{4,h}$ statt $\mathfrak{S}^{11}_{4,h}$ bei gleicher Symmetrie.

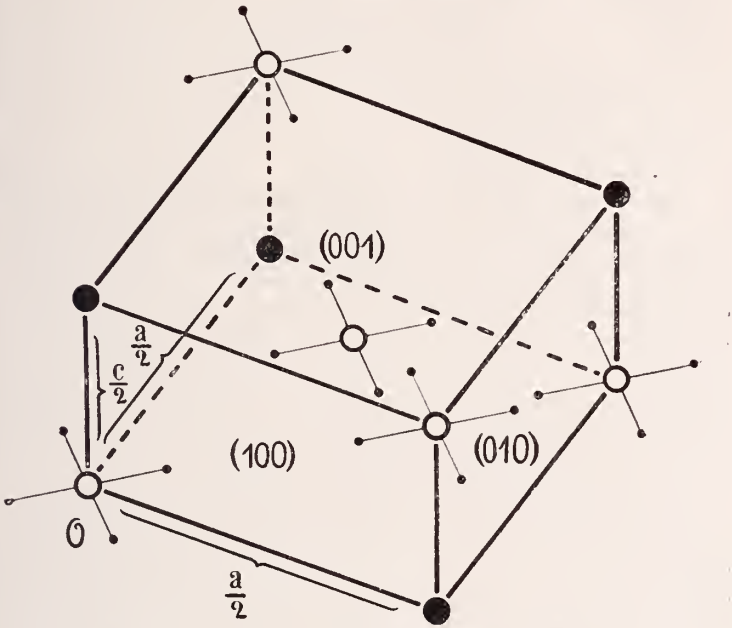
Die Zirkonstruktur verträgt sich außer mit der genannten Symmetriegruppe nur noch mit der hemimorphen Tetartoedrie (tetragonal pyramidale Klasse); in diesem Falle ergibt sich die Raumgruppe $\mathfrak{S}^{6}_{4}$, die ausschließlich durch zweizählige Drehungsachsen und entweder rechte oder linke vierzählige Schraubungsachsen // [001] ausgezeichnet ist. Dann sind die Zr- und Si-Atome monoklin hemimorph (monoklin sphenoidisch) und die O-Atome triklin hemiedrisch (asymmetrisch).

V. Xenotim (YPO_4).

Die Fig. 5 zeigt einen Oktanten der flächenzentrierten Säule $\{100\}$ $\{001\}$ mit allen in und auf ihm liegenden Y-Atomen ●, P-Atomen ○ und O-Atomen •; im übrigen ist die Verteilung der Y- und P-Atome im Xenotim analog derjenigen der Zr- und Si-Atome im Zirkon, aber die Y-Atome sind frei von Sauerstoff, während jedes P-Atom von vier O-Atomen ziemlich eng umgeben ist, so daß die Anordnung — ähnlich wie im Kalkspat — nicht der chemischen Strukturformel  sondern dem normalen Ionenzerfall entspricht.

Wir haben zwei Y-Gitter nach flächenzentrierten tetragonalen Säulen $\{100\}$ $\{001\}$, zwei ebensolche P-Gitter und acht ebensolche O-Gitter. Die Translationsgruppe ist also Γ_q'. Die drei Kanten jener Säule seien wieder a_1 (// X), a_2 (// Y) und c (// Z) genannt. Dann ist $a_1 = a_2 = a = 9{,}60$ Å. und $c = c = 5{,}94$ Å., wo $\frac{c}{a}$ identisch mit dem morphologischen Achsenverhältnis des Xenotims und a wie c sehr annähernd gleich den betreffenden Werten des Zirkons sind. Wählen wir die drei Parameter a_1, a_2, c eines der beiden P-Gitter als Koordinatentripel, dann wird es in das andere P-Gitter, die beiden Y-Gitter und die acht O-Gitter durch folgende elf Verschiebungsvektoren t übergeführt: $t_2 = \frac{a_1 + a_2 + c}{4}$, $t_3 = \frac{a_1}{2}$, $t_4 = t_3 + t_2$, $t_5 = \frac{a_1 + a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l$, $t_6 = -\frac{a_1 + a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l$, $t_7 = \frac{a_1 - a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l$, $t_8 = -\frac{a_1 - a_2}{a\sqrt{2}} \cdot l$, $t_9 = t_2 + t_5$, $t_{10} = t_2 + t_6$, $t_{11} = t_2 + t_7$, $t_{12} = t_2 + t_8$, wo $l = 1{,}23$ Å. der Abstand P—O in den Richtungen [110] ist.

Als Raumgruppe des Xenotims ergibt sich diejenige des Anatas, also $\mathfrak{D}_{4,h}^{19}$; die Strukturs ymmetrie ist demnach tetragonal holoedrisch (ditetragonal bipyramidal). Die Minimalsymmetrie der Y- und der P-Atome ist tetragonal sphenoidisch-



Maßstab $= 1 \times 10^8$. O = P, ● = Y, • = 0.

Fig. 5. Xenotim.

hemiedrisch (tetragonal skalenoedrisch) mit den Spiegelungsebenen // {110} des Xenotims, diejenige der O-Atome ist monoklin hemiedrisch (monoklin domatisch) mit der Spiegelungsebene // (110) oder // (1$\bar{1}$0) des Xenotims.

VI. Schluß.

Aus den von L. Vegard mitgeteilten Strukturen der Mineralien Anatas, Rutil, Xenotim und Zirkon folgt, daß die drei erstgenannten Kristallarten nach wie vor als tetragonal holoedrisch (ditetragonal bipyramidal) betrachtet werden dürfen, während der Zirkon entweder in die hemimorphe Hemiedrie (ditetragonal-pyramidale Gruppe) oder in die hemimorphe Tetartoedrie (tetragonal-pyramidale Gruppe) gehört. Daher erscheinen Ätzversuche wie pyroelektrische oder piezoelektrische Prüfungen an Zirkon wünschenswert.

(Eingegangen 28. Dezember 1918.)

Beitrag zur Kenntnis der Turmalingruppe.

Von **K. Schlossmacher** aus Frankfurt a. M.

Mit 7 Textfiguren.

Inhaltsübersicht.

Einleitung.
I. Morphologische Verhältnisse.
II. Lichtbrechung.
III. Spezifisches Gewicht.

In der Sammlung des Mineralogisch-petrographischen Instituts der Universität Heidelberg und der Sammlung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. E. A. Wülfing in Heidelberg befindet sich eine Reihe von kristallographisch bisher noch nicht bekannten Turmalinen, von denen besonders die Kristalle dreier Vorkommen wegen ihrer Klarheit und der anscheinend ausgezeichneten Beschaffenheit ihrer Flächen einen Erfolg für eine Untersuchung versprachen. Nach Fundort und Färbung möge das Material dieser drei Vorkommen folgendermaßen bezeichnet werden:

1. Turmalin St. Gotthard, hellbraun.
2. Turmalin St. Gotthard, hellgrün.
3. Turmalin St. Piero Elba, farblos bis blaßgelb.

Der hellgrüne Turmalin vom St. Gotthard hat bereits früher einmal zu einer Untersuchung vorgelegen, es sind die bekannten blaßgrünen Kristalle aus dem Dolomit von Campo longo, deren Brechungsexponenten und spezifisches Gewicht von E. A. Wülfing in der Abhandlung „Über einige kristallographische Konstanten des Turmalins usw.“ (Programm Kgl. Akad. Hohenheim 1900) bekannt gemacht worden sind. Zu einer sicheren Festlegung der morphologischen Konstanten reichte damals jedoch das Material — ein einziger geeigneter Kristall — nicht aus; an den jetzt vorliegenden Kristallen war Gelegenheit, diese Lücke etwas auszufüllen. Die Turmaline der beiden anderen Vorkommen sind bisher noch völlig unbekannt.

Dem Genannten bin ich für die Überlassung des Materials und sein Interesse an der Sache zu großem Danke verpflichtet.

I. Morphologische Verhältnisse.

1. Hellbrauner Turmalin vom St. Gotthard.

Etwa 45 hellbraune Turmalinkristalle vom St. Gotthard wurden mir von Herrn Geheimrat Wülfing, der sie vor Jahren bei F. Krantz in Bonn erworben hatte, zur Untersuchung zur Verfügung gestellt. Es sind langprismatische Kristalle, die von einer Stufe abgebrochen zu sein scheinen, die Bruchflächen sind teils frisch, z. T. erscheinen sie durch eine natürliche Veränderung etwas angegriffen. Die Länge

der Prismen schwankt zwischen 8 und 25 mm, die Dicke zwischen 1 und $3\frac{1}{2}$ mm. Die Prismenflächen sind stark gestreift, stets ist das Prisma zweiter Art und ein Prisma erster Art vorhanden. 11 Kristalle zeigen eine sehr scharf ausgebildete einseitige Endigung. Diese Endigung besteht überall aus einer trigonalen Grundpyramide, die nur bisweilen als ganz schmale Abstumpfung der Polkanten eine nächst stumpfere Pyramide trägt. Die Entscheidung darüber, welche trigonale Grundpyramide von den vier in der ditrigonal-pyramidalen Klasse möglichen vorliegt, und wie der Kristall dementsprechend aufzustellen ist, wurde teils aus dem pyroelektrischen Verhalten, teils aus den von G. Rose[1] und V. v. Worobieff[2] aufgestellten Regeln über die Verteilung der verschiedenen Formen an den beiden Polen des Turmalins gewonnen. Der mit den Endigungen versehene Pol des vorliegenden Turmalins ist nach dem Befund der Kundt'schen Bestäubungsmethode der analoge. Diese Beobachtung entspricht ganz den auf Grundpyramide und nächst stumpfere Pyramide sich beziehenden Feststellungen der genannten beiden Autoren. G. Rose gibt l. c. p. 241 als Regel an — wenn wir seine der hemiedrischen Auffassung entsprechende Bezeichnungsweise nach der modernen Auffassung des Turmalins als der ditrigonal-pyramidalen Klasse angehörig abändern —, daß die Kombination Grundpyramide und nächst stumpfere Pyramide meist am analogen Ende vorkommt, während die Kombination Grundpyramide und nächst steilere Pyramide am antilogen Pol häufiger ist. Zu dem gleichen Resultat führten die Beobachtungen V. v. Worobieff's (l. c. p. 424). Da man nun beim Turmalin den analogen Pol nach unten und den antilogen Pol nach oben zu stellen pflegt, so haben wir unseren Turmalin mit der Endigung nach unten aufzustellen. Es bleibt noch die Frage offen, ob es sich um eine vordere $\{10\bar{1}1\}$ oder hintere $\{\bar{1}011\}$ untere Pyramide, oder, in der alten Auffassung, ob es sich um ein positives oder negatives Rhomboeder am unteren, analogen Pole handelt. Für die Beantwortung dieser Frage ist das Verhalten anderer Turmaline maßgebend, das von V. v. Worobieff l. c. p. 423 besprochen worden ist. Er zählt $\{\bar{1}011\}$ — nach seiner Bezeichnung ein negatives Rhomboeder — unter den für den antilogen, also oberen Pol des Turmalins charakteristischen Formen auf und gibt schließlich sogar als Regel an, daß, wenn an einem Turmalinkristall diese Form vorkommt, hierdurch nachgewiesen ist, daß dies der antiloge Pol ist. Daraus läßt sich entnehmen, daß von den beiden Formen $\{\bar{1}011\}$ (trigonale Pyramide oben hinten)

[1] G. Rose, Über den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Kristalle. Abhandl. Berl. Akad. d. Wiss. 1838. p. 215—247.

[2] V. v. Worobieff, Kristallographische Studien über Turmalin von Ceylon und einigen anderen Vorkommen. Zeitschr. f. Krist. Bd. XXXIII.

und $\{10\bar{1}1\}$ (trigonale Pyramide unten vorne) — die zusammen ein negatives Rhomboeder in früherem Sinne bilden — überhaupt nnr $\{\bar{1}011\}$, und zwar stets n n r am a n t i l o g e n Pole zu erwarten ist. An einem analogen Pole, wie er hier vorliegt, kann also von den beiden möglichen Grundpyramiden $\{10\bar{1}1\}$ und $\{\bar{1}01\bar{1}\}$ nur die eine, und zwar die hintere $\{\bar{1}01\bar{1}\}$ vorkommen. Wir haben demnach unseren Kristall so aufzustellen, daß die Grundpyramide eine hintere untere Grundpyramide wird. Damit wird die gelegentlich mitvorkommende nächst stumpfere Pyramide zu einer vorderen unteren (nächst stumpferen) Pyramide $\{10\bar{1}2\}$, und das Prisma erster Art zu einem hinteren trigonalen Prisma erster Art $\{10\bar{1}0\}$.

Zu fundamentalen Messungen erschien dieses Material wegen der Güte der Grundpyramidenflächen ganz vorzüglich geeignet. Mit dem einkreisigen Goniometer konnte an den 11 Kristallen mit Endigungen der Grundpyramidenwinkel 31mal (Kristall No. 11 zeigte nnr zwei Pyramidenflächen) gemessen werden. Von der Messung nach dem Prisma zweiter Art in der Zone der Grundpyramidenflächen wurde dabei wegen der durch Interferenz bandförmig in die Länge gezogenen und in dieser Zone schief erscheinenden Prismenreflexe abgesehen. Die gemessenen Winkel sind in Fig. 1 nach der Wülfing'schen[1] Häufungsmethode graphisch dargestellt; es zeigt sich eine deutliche Häufung im Gebiete von $47^0\frac{1}{2}'$ bis $47^0 6'$. Tabelle I enthält eine Zusammenstellung dieser Werte, dabei ist eine Einteilung in zwei Gruppen, wie sie durch Fig. 1 geboten erscheint, gewählt: Gruppe I enthält alle Winkel kleiner als $47^0\frac{1}{2}'$, Gruppe II die Winkel von $47^0\frac{1}{2}'$ bis $47^0 6'$.

Zu einer Mittelwertbildung mögen auf Grund der Abtrennung in Fig. 1 die Winkel der Gruppe II gewählt werden, dieser Mittelwert beträgt $47^0 3\frac{1}{2}' \pm 3'$.

Eine zweite Möglichkeit zu fundamentalen Messungen bot der Winkel von Grundpyramide zum Prisma erster Art. Um nicht bei der Messung dieser Winkel auf die Beschaffenheit der jeweiligen Prismenfläche allein angewiesen zu sein, wurde die Messung auf dem zweikreisigen Goniometer vorgenommen. Durch die Vornahme der Polarstellung war bei einem solchen Verfahren die Heranziehung sämtlicher Prismenflächen zugleich möglich. Der Winkel von der Grundpyramide nach der Basis ergab sich dann ohne weiteres als das ϱ der betreffenden Pyramidenfläche. Fig. 2 enthält die gemessenen Winkel ϱ nach der Häufungsmethode graphisch dargestellt, die Häufung liegt zwischen $27^0 26'$ und $27^0 29'$. In Tabelle II sind dementsprechend die Resultate der Messung in drei Gruppen geordnet: I. Winkel kleiner als $27^0 26'$, II. Winkel von $27^0 26'$ bis $27^0 29'$, III. Winkel größer als $27^0 29'$. Der Winkel φ ist

[1] E. A. Wülfing, Die Häufungsmethode. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Jahrg. 1916. 11. Abhandl.

Tabelle I. Grundpyramidenwinkel des hellbraunen Turmalins vom St. Gotthard.

Krist. No.	Zone	Gruppe I	Gruppe II	Krist. No.	Zone	Gruppe I	Gruppe II
1	2 : 3	—	47° 6′	7	2 : 3	—	47° 4½′
	3 : 4	—	47 6		3 : 4	46° 42½′	
	4 : 2	—	47 6		4 : 2	—	47 4
2	2 : 3	—	47 ½	8	2 : 3	—	47 3½
	3 : 4	—	47 ½		3 : 4	—	47 5
	4 : 2	—	47 3		4 : 2	—	47 3½
3	2 : 3	46° 50′	—	9	2 : 3	—	47 4
	3 : 4	46 51½			3 : 4	—	47 1½
	4 : 2	46 55½	—		4 : 2	—	47 4
4	2 : 3	—	47 4	10	2 : 3	—	47 2
	3 : 4	—	47 2		3 : 4	—	47 3½
	4 : 2	—	47 3		4 : 2	—	47 2
5	2 : 3	46 59	—	11	3 : 4	—	47 4½
	3 : 4	46 58	—				
	4 : 2	46 58	—				
6	2 : 3	46 56½	—				
	3 : 4	46 54½	—				
	4 : 2	—	47 ½				

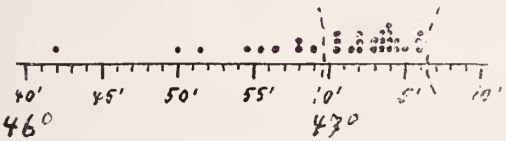


Fig. 1. Graphische Darstellung der Rhomboederwinkel des hellbraunen Turmalins vom St. Gotthard nach der Häufungsmethode.

dabei auf Werte, die einer mit 0° 0′ beginnenden Messung entsprechen, umgerechnet. Die Abweichungen der Differenzen zweier benachbarter φ-Werte von den theoretisch zu erwartenden Werten von 120°, die bis zu 25′ gehen und eine mittlere Abweichung von 6′ ergeben, bedeuten für die Lage der Grundpyramidenfläche selbst keine so große Entfernung aus der Mittellage. Berechnet man nämlich aus den am Vertikalkreis gemessenen Differenzen die entsprechenden Verschiebungen der Grundpyramidenflächen auf dem der ungefähren Breite 27° 30′ entsprechenden Großkreise, so findet man als mittlere Abweichung nur 3′ und für die höchste Abweichung 12′, also Zahlen, die keine anormalen Verhältnisse

Tabelle II. Winkel von Basis zur Grundpyramide, hellbrauner Turmalin vom St. Gotthard.

Kristall No.	Fläche No.	ϱ Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	φ
1	2	—	—	27°32′	0° 0′
	3		27°29′	—	120 0
	4	—	—	27 31	240 6
2	2	—	27 27	—	0 0
	3		27 27	—	119 57
	4	—	27 27	—	239 49
3	2	27°21′	—	—	0 0
	3	27 22	—	—	119 49
	4	27 20	—	—	239 45
4	2		27 29	—	0 0
	3	—	27 27	—	120 3
	4	—	—	27 32	240 4
5	2	—	27 26	—	0 0
	3		27 27	—	119 56
	4	27 25	—	—	239 50
6	2	27 22	—	—	0 0
	3	—	27 26	—	120 5
	4	—	27 26	—	239 42
7	2	27 23	—	—	0 0
	3	27 24	—	—	119 58
	4	27 15	—	—	239 53
8	2	—	27 26	—	0 0
	3	—	—	27 30	120 2
	4		27 29	—	240 2
9	2	—	27 28	—	0 0
	3		—	27 30	119 59
	4	—	27 28	—	240 5
10	2	—	27 27	—	0 0
	3	—	27 29	—	119 53
	4	27 25	—	—	240 7
11	3	—	27 28	—	0 0
	4	—	—	27 32	119 55

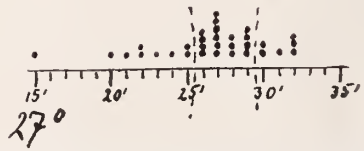


Fig. 2. Graphische Darstellung des Winkels von der Grundpyramide nach der Basis nach der Häufungsmethode Turmalin St. Gotthard, hellbraun.

bedeuten. Weiterhin muß man, ganz abgesehen von natürlichen Schwankungen in der Lage, bedenken, daß bei Theodolithbestimmungen ganz allgemein die φ-Werte mit zunehmender Polnähe immer ungenauer werden.

Der Mittelwert aus den nach dem Häufungsbild der Fig. 2 zur Mittelwertbildung geeigneten Winkeln der Gruppe II beträgt $27^0\,27\frac{1}{2}' \pm 1\frac{1}{2}'$, daraus berechnet sich der Vollkantenwinkel zu $47^0\,4' \pm 3'$.

Die beiden aus der ein- und zweikreisigen Messung gewonnenen Werte für den Rhomboederwinkel von $47^0\,3\frac{1}{2}' \pm 3'$ und $47^0\,4' \pm 3'$ decken sich nahezu, so daß man für diesen hellbraunen Turmalin vom St. Gotthard einen

Grundpyramidenwinkel von $47^0 3\frac{1}{2}' \pm 3\frac{1}{2}'$

annehmen kann. Daraus berechnet sich das

Achsenverhältnis zu: $a:c = 1:0{,}4499 \pm 0{,}0006$.

2. Hellgrüner Turmalin vom St. Gotthard.

Der bekannte hellgrüne Turmalin aus dem Dolomit von Campo longo, St. Gotthard, ist schon im Jahre 1900 von E. A. Wülfing (s. o.) untersucht worden, für die morphologischen Messungen stand damals (l. c. p. 20—21) nur ein einziger geeigneter Kristall zur Verfügung und deshalb wurde das Resultat unter dem Vorbehalt weiterer Messungen mitgeteilt. Für die jetzigen Untersuchungen lagen nunmehr von diesem Vorkommen im ganzen 10 Kristalle vor, z. T. aus der Sammlung E. A. Wülfing, z. T. aus den Beständen des Mineralogisch-petrographischen Instituts der Universität Heidelberg. Davon erwiesen sich zwei Kristalle einer morphologischen Untersuchung zugänglich, so daß die Möglichkeit einer Sicherung des bisherigen Resultats durch neue Messungen gegeben war.

Die Größe der 10 Kristalle ist eine sehr verschiedene, der kleinste hat eine Länge von $\frac{1}{2}$ mm bei einem Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ mm, der größte eine Länge von 12 mm bei einem Durchmesser von 13 mm; die Ausbildung ist eine kurzprismatische. Die Endigungen liegen, wie durch die Kundt'sche Bestäubungsmethode gefunden wurde, am antilogen Pole. Sie tragen überall stark ausgebildet die nächst steilere Pyramide und als schmale Abstumpfung ihrer Polkanten die Grundpyramide, nur bei einem einzigen größeren Kristall ist die Grundpyramide die vorherrschende Form. Diese Kombination ist, wie G. Rose (l. c. p. 241) und V. v. Worobieff (l. c. p. 424) festgestellt haben, durchaus charakteristisch für den antilogen Pol. Diesen beiden am antilogen, also oberen Pole gelegenen trigonalen Pyramiden kommen demnach die Symbole $\{10\bar{1}1\}$ und $\{02\bar{2}1\}$ zu. Die Prismenflächen sind stark gestreift, es ist stets nur das Prisma zweiter Art $\{11\bar{2}0\}$ vorhanden. Ein einziger unvollständig ausgebildeter Kristall von ungefähr 6 mm Durchmesser, der aus dem Dolomit herauspräpariert wurde, zeigt eine

etwas andere Flächenentwicklung. Die Endigung, nach dem pyroelektrischen Verhalten hier ausnahmsweise am analogen Pole, besteht fast ausschließlich aus der Basis, daneben war nur noch eine einzelne kleine, auf eine Kante des Prismas (zweiter Art) gerade aufgesetzte Pyramidenfläche zu erkennen. Die Messung ergab einen ungefähren Normalenabstand von 27^0 von der Basis; zu genaueren Messungen waren die Flächen nicht geeignet. Es handelt sich also hier um eine Grundpyramidenfläche.

Auf dem Goniometer zeigten alle, beim ersten Anblick so ausgezeichnet erscheinenden Flächen der nächst steileren Pyramide mehrfache und oft sogar vielfache Reflexe, dasselbe war bei den schmalen Grundpyramidenflächen fast durchweg zu beobachten. Bevor an eine Vornahme von fundamentalen Messungen gedacht werden konnte, war daher zunächst eine Orientierung über die Anordnung der Reflexe und zugehörigen Flächenteile notwendig. Das zweikreisige Goniometer gab durch die Feststellung und Festlegung der c-Achse bei einer Polarstellung mit Hilfe des Prismas die Möglichkeit zu einer solchen Orientierung. Die Beschaffenheit des Prismas ließ allerdings nur bei zwei Kristallen (No. 16 u. 17 der Sammlung) eine Polarstellung zu: diese beiden Kristalle sollen im folgenden besprochen werden.

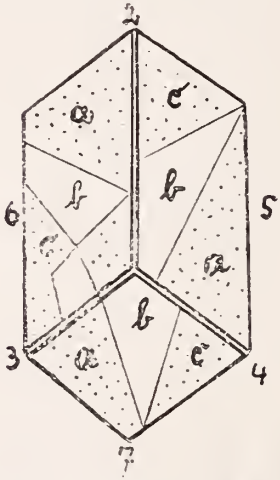


Fig. 3. Turmalin St. Gotthard. hellgrün, Kristall No. 16.

Der bessere der beiden Kristalle ist No. 16, er ist in Fig. 3 in etwa 15facher Vergrößerung etwas schematisiert dargestellt. Überwiegend ausgebildet ist $\{0221\}$, dessen Polkanten ganz schmal von $\{10\bar{1}1\}$ abgestumpft werden. Die Flächen von $\{0221\}$ zeigen bei mikroskopischer (Goniometermikroskop) Betrachtung eine bei allen drei Flächen gleich wiederkehrende Felderteilung, indem von den dreiflächigen Ecken, die diese Pyramidenflächen mit dem Prisma zweiter Art bilden, immer breiter werdende, gutspiegelnde Streifen nach der Basis zu verlaufen (Flächenteile b der Fig. 3). Der Rest der Flächen (a und c der Fig. 3) zu den beiden Seiten dieser Streifen erscheint rauh, wie gekörnt, er hat also beiderseits eine gleiche, vom mittleren Streifen verschiedene Beschaffenheit. Der Reflex des mittleren Teiles ist, wie sich beim Abblenden feststellen läßt, ganz einheitlich und klar, während die anderen Teile der Fläche mehrfache und weniger scharfe Reflexe liefern. Die schmalen Flächen der Grundpyramide sind bei mikroskopischer Betrachtung

nicht weiter zu zerlegen, ihre Reflexe sind mäßig klar, bei diesem Kristall (ausnahmsweise) bei zwei Flächen (2 und 3) einfach, bei Fläche 4 deutlich mehrfach. Die Messung ergab folgendes, in Tabelle III zusammengestelltes Resultat.

Tab. III. Turmalin St. Gotthard, hellgrün. Krist. No. 16.

Form	Fläche		ϱ	η
{0221}	5	a	46° 5′	222° 59′
		b	45 51	222 52
		c	46 8	222 45
	6	a	46 3	102 55
		b	45 57	102 54½
		c	46 7	102 51
	7	a	46 11	342 56½
		b	45 56	342 52
		c	46 4	342 29
{10$\bar{1}$1}	4		27 22	283 44
	2		27 16	162 32
	3		27 20	42 33

Aus dieser Tabelle geht ebenso wie aus der gleichen Flächenbeschaffenheit hervor, daß 5 b, 6 b und 7 b zu einer einzigen Form, einer trigonalen Pyramide, zusammengehören, die im Mittel einen Normalenabstand von $45^0 55' \pm 4'$ von der Basis hat. Die übrigen mit a und c bezeichneten Flächenteile wären dann einer vizinalen ditrigonalen Pyramide zuzuschreiben, die ein wenig steiler als die trigonale Pyramide gegen die c-Achse geneigt ist. Sie hat im Mittel einen Abstand von $46^0 6'$ von der Basis, dieser Wert kann jedoch nur als ein Durchschnittswert bezeichnet werden, die Zahl der Reflexe ist weit größer, als in der Tabelle angegeben; dort sind nur die ganz besonders klaren und sicher lokalisierbaren Reflexe aufgenommen. Man erhält aus dem Reflexbild den Eindruck, daß diese ditrigonalen Pyramidenflächen sich aus einer büschelig gestellten Schar von Vizinalflächen zusammensetzen. Die Grundpyramide, von der hier zwei Flächen, No. 2 und 3, nur je einen Reflex und die dritte, No. 4, einen Hauptreflex mit Doubletten zeigte, gab so die Möglichkeit zur Vereinigung dieser Werte zu einem Mittelwert, der $27^0 19' \pm 3'$ beträgt. Berechnet man aus dem Werte $45^0 55' \pm 4'$, dem Normalenabstand der mit b bezeichneten Flächenteile von der Basis, unter der Annahme, daß diese Flächenteile die eigentliche nächst steilere Pyramide repräsentieren, den Grundpyramidenwinkel, so erhält man für diesen $27^0 18½' \pm 3'$. Diese beiden Werte stimmen hinreichend gut überein, so daß man $27^0 19' \pm 3'$ als das Resultat der Messung ansehen kann.

An einem zweiten Kristall, No. 17, dem kleineren zweier subparallel verwachsener Individuen von etwa 5 mm Länge und 3 mm Durchmesser, ließ sich nach Abblendung des anderen Individuums ebenfalls eine Polarstellung erreichen. Die Grundpyramide war zu Messungen nicht verwertbar, an der nächst steileren Pyramide zeigte eine Fläche die gleiche Felderteilung wie bei Kristall 16, die beiden anderen Flächen ließen nichts derartiges erkennen, gaben aber neben vielen schwachen Reflexen je einen besonders ausgezeichneten, von dem sich nach den Erfahrungen am vorigen Kristall vermuten ließ, daß er der eigentlichen nächst steileren trigonalen Pyramide und nicht der vizinalen ditrigonalen Pyramide angehören werde. Die Messung ergab folgende Werte:

Tab. IV. Turmalin St. Gotthard. hellgrün. Krist. No. 17.

Form	Fläche	ϱ	φ
{0221}	6	45°59′	195°35′
	7	45 51	75 31
	8	45 56	315 29

Der Mittelwert für ϱ, den Winkel von {0001} zu {0221}, ist auch hier wieder $45^0 55' \pm 4'$, so daß dieser Kristall durchaus als eine Bestätigung des an Kristall 16 gewonnenen Resultates angesehen werden kann.

Als Resultat der Messung an beiden Kristallen wäre demnach ein Winkel

$$\{0001\} : \{10\bar{1}1\} = 27^0 19' \pm 3'$$

anzunehmen.

Der von E. A. Wülfing gemessene Kristall lag mir ebenfalls vor, doch ließ sich mit dem Prisma keine, eine ausreichende Gewißheit gebende Polarstellung erzielen. Ebenso verhielten sich die übrigen sieben Kristalle.

Aus dem von den neun Winkeln der beiden Kristalle 16 und 17 gewonnenen Mittelwert von $27^0 19' \pm 3'$ berechnet sich ein

Grundpyramidenwinkel von $46^0 50' \pm 4'$.

Dieser Wert ist durchaus ohne Widerspruch zu dem von E. A. Wülfing mit dem einkreisigen Goniometer an einem dafür besonders günstigen Kristall gemessenen Winkel von $46^0 48' \pm 3'$.

3. Farbloser bis blaßgelber Turmalin von San Piero Elba. Auf einem 7 × 7 cm großen Pegmatithandstück aus der Sammlung E. A. Wülfing, von der Mineralienhandlung A. Jahn in Planen im Jahre 1914 erworben, saß eine ganze Reihe farbloser bis hellgelber Turmalinkristalle: diese wurden von der Stufe losgebrochen und so fünfzehn Exemplare mit Endigungen erhalten. Die Kristalle sind kurzprismatisch, bei einer Länge der Prismen von 1 bis 6 mm,

und einem Durchmesser von 1 bis 4 mm. Die freiliegenden Endigungen waren meist farblos bis hellgelb, der in den Pegmatit eingebettete Teil der Prismen ging, wie sich am Rande des Handstückes erkennen ließ, über gelb in grün und dann in plötzlichem Wechsel in braun über. Die Prismenflächen sind stark gestreift, es ist das Prisma zweiter Art und, meist schmal, das Prisma erster Art vorhanden. Die Endigung zeigt neben einer meist sehr kleinen Basis nur eine einzige trigonale Pyramide, die Grundpyramide, die auf den Flächen des Prismas erster Art gerade aufgesetzt ist. Der Pol der Endigung ist nach der pyroelektrischen Untersuchung der analoge, der Kristall ist demnach mit der Endigung nach unten aufzustellen. Der Grundpyramide kommt dann mit Rücksicht auf die schon oben erörterten allgemeinen Verhältnisse beim Turmalin das Symbol $\{10\bar{1}1\}$, dem Prisma erster Art das Symbol $\{10\bar{1}0\}$ zu.

Zu fundamentalen Messungen zeigten sich die Grundpyramidenflächen durchweg ungeeignet, sie zeigten alle mehrfache, meist vielfache Reflexe. Im allgemeinen waren diese Reflexe in ganz wechselnder Intensität auf einem hufeisen- oder ringförmig geschlossenen Lichtbande angeordnet. Unter diesen Umständen mußte der Versuch einer Untersuchung mit dem einkreisigen Goniometer aussichtslos erscheinen. War dagegen eine Polarstellung mit Hilfe des Prismas — die Basis erwies sich als ganz unbrauchbar — auf dem zweikreisigen Goniometer zu erzielen, so war damit wenigstens die Möglichkeit einer Orientierung über die Reflexanordnung gegeben. Die Reflexe des Prismas waren bändförmig in die Länge gezogen und schwach, außerdem nicht einheitlich, so daß eine direkte Erreichung der Polarstellung unmöglich war. Es wurde daher, um zum Ziele zu kommen, zunächst so gut als möglich eine Polarstellung vorgenommen, dann das ganze Prisma nach Länge und Breite aufgenommen und in ein stereographisches Projektionsbild eingetragen. Aus diesem Bilde ließ sich an der Exzentrizität der Großkreise zusammengehöriger Reflexe ersehen, welche Korrektur an welcher Schraube anzubringen war. Dann wurde nach Vornahme der Korrektur eine neue Aufnahme und Projektion gemacht, und so fort, bis eine einwandfreie Polarstellung erreicht war. Gewöhnlich ergab eine einzige Korrektur die gewünschte Genauigkeit.

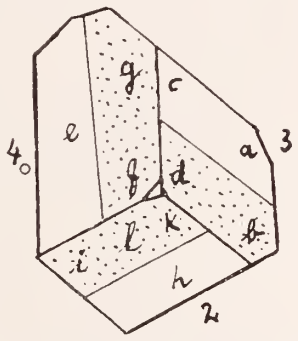


Fig. 4. Turmalin San Piero, farblos, Kristall No. 3.

Als ein erster typischer Kristall sei No. 3 der Sammlung (in Fig. 4 in 30facher Vergrößerung) beschrieben, dessen Grundpyramidenflächen eine verhältnismäßig geringe Zahl von Reflexen —

drei bis vier — aufweisen. Die in der Figur eingetragenen Grenzen auf den Flächen wurden mit dem Mikroskop (des Goniometers) beobachtet, sie schieden die Flächen in einen glatten und einen rauhen Teil. Die Buchstaben a, b, c, d usw. stehen jeweils auf dem Flächenteil, von dem der entsprechende Reflex stammt. Fig. 5 gibt eine etwas schematische Darstellung der Anordnungsverhältnisse

Tabelle V. Turmalin San Piero, farblos, Kristall No. 3.

Fläche		ϱ	η
2	h	27° 16′	192° 11′
	i	27 16	193 3
	k	27 7	192 28
	l	27 7	192 59
3	a	27 28	72 53
	b	27 16	72 53
	c	27 16	72 6
	d	27 10	72 39
4	e	27 16	312 10
	f	27 10	312 24
	g	27 11	313 3

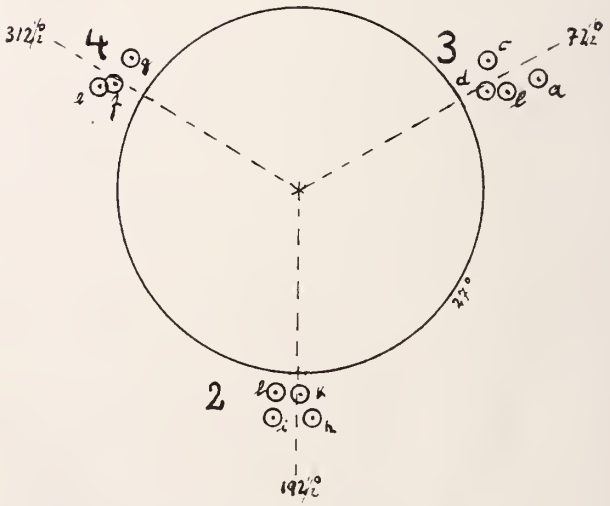


Fig. 5. Turmalin San Piero, farblos, Kristall No. 3.

der Reflexe in stereographischer Projektion, dabei wurde zur Erlangung der Darstellbarkeit eine Vergrößerung im Bereich der Grundpyramidenfläche vorgenommen, derart, daß bei ϱ 2° in der Projektion 5′ in der Natur und bei φ 2° der Projektion 10′ in der Natur entsprechen.

Der besprochene Kristall No. 3 ist der Typus eines Kristalles mit verhältnismäßig wenig Reflexen auf den Grundpyramidenflächen. Von dieser Art lagen im ganzen neun Kristalle vor, es sind auffallenderweise durchweg die kleineren Individuen. Der Winkel ϱ hält sich bei ihnen immer in den Grenzen von durchschnittlich 27° bis 27° 30′. Die Abweichung des Längenabstandes φ der Reflexe der einzelnen Flächen von 120° bezw. 240° und 360° beträgt in ihrem Maximum ungefähr $\frac{1}{2}$°.

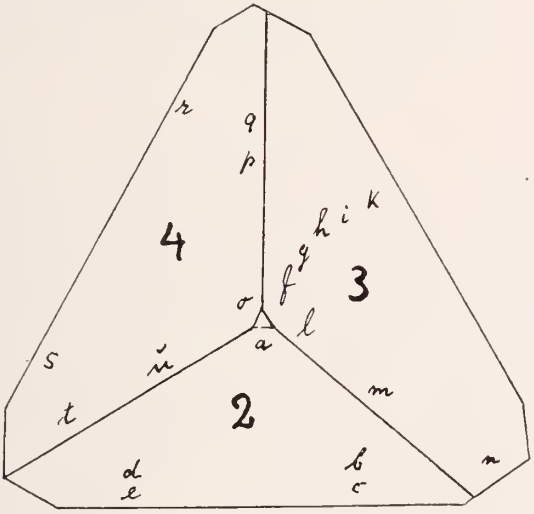


Fig. 6. Turmalin San Piero, Kristall No. 5.

Als ein Beispiel eines reflexreichen Kristalles, wie es durchgängig bei den größeren Kristallen der Fall ist, möge Kristall No. 5 in derselben Weise durch Fig. 6 (20fache Vergrößerung), Fig. 7 (Projektionsvergrößerung 2° der Pr. = 10′ der Natur für ϱ und ebenso für φ) und Tabelle VI dargestellt werden.

Man erkennt in Fig. 7 deutlich die ringförmige Anordnung der Reflexe auf allen drei Flächen. Im allgemeinen erstrecken sich diese Ringe bei solchen größeren Kristallen auf ein Gebiet von ungefähr 26° 30′ bis 27° 45′ Breite und haben eine Abweichung von etwa 1° bis 1$\frac{1}{4}$° aus der 120°- bezw. 240°- und 360°-Stellung.

Tab. VI. Turmalin San Piero. Krist. No. 5.

Fläche		ϱ	η
2	a	26° 50′	64° 4′
	b	27 19	63 11
	c	27 25	63 11
	d	27 18	65 14
	e	27 25	65 14
3	f	26 50	303 47
	g	27 2	303 25
	h	27 12	303 25
	i	27 25	303 25
	k	27 42	303 25
	l	26 50	305 11
	m	27 3	305 13
	n	27 23	305 30
4	o	26 48	184 0
	p	27 10	183 28
	q	27 35	183 25
	r	27 48	183 45
	s	27 35	184 5
	t	27 10	184 33
	u	26 56	185 0

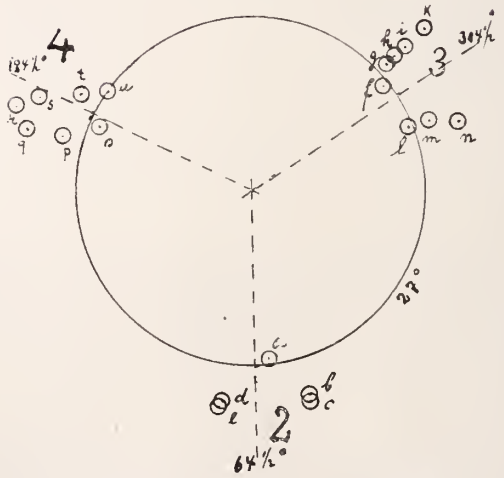


Fig. 7. Turmalin San Piero, Kristall No. 5.

In einem Falle war sogar neben dem Hauptreflexring noch ein Segment eines zweiten weiteren Ringes zu sehen.

Fragt man nun nach einer Gesetzmäßigkeit in der Anordnung der Vizinalflächen bei diesen Turmalinen, so kann man als eine überall wiederkehrende Regelmäßigkeit die ring- oder hufeisenförmige Anordnung der Reflexe, der eine büschelförmige Gruppierung der Vizinalflächen entspricht, angeben. Keine Gesetzmäßigkeit innerhalb zulässiger Fehlergrenzen besteht in den Vorkommen der Vizinalflächen bei verschiedenen Flächen und vor allem verschiedenen Kristallen, es lassen sich in keiner Weise in ihrem Auftreten bevorzugte Vizinalflächen feststellen. Daß die kleineren Kristalle kleinere Ringe als die größeren tragen, wurde schon oben gesagt, es scheint hier also eine Abhängigkeit von der Ausbildung des Individuums vorzuliegen.

An die Aufstellung irgendwelcher fundamentaler Werte ist bei den geschilderten Verhältnissen natürlich in keiner Weise zu denken.

II. Lichtbrechung.

Die Brechungsexponenten des hellgrünen Turmalins vom St. Gotthard sind von E. A. Wülfing (l. c. p. 77 Tab. XXII) an zwei Prismen bereits bestimmt worden. Bei den beiden anderen Turmalinen sind die Lichtbrechungsverhältnisse bisher noch unbekannt. Die Untersuchungen wurden nach der Methode der Minimalablenkung an Prismen parallel zur c-Achse ausgeführt. Beim Schleifen der Prismen wurde die Orientierung auf einige Minuten Genauigkeit parallel c eingehalten, so daß von dieser Seite keine Beeinflussung des Resultates in Betracht kommt. Die Messung des Prismenwinkels und der Minimalablenkung erfolgte innerhalb solcher Fehlergrenzen ($\pm$ 0,2′ für Prismenwinkel, $\pm$ 0,5′ für Minimalablenkung), daß nach der Tabelle bei E. A. Wülfing (l. c. p. 54) für den farblosen bis blaßgelben Turmalin von San Piero Elba die Fehlergrenzen in den Brechungsexponenten etwa 0,00023 bei einem Prismenwinkel von rund 40^0 bezw. 0,00018 bei einem Prismenwinkel von rund 50^0 betragen. Für den stärker absorbierenden hellbraunen Turmalin vom St. Gotthard mußten etwas schärfere Prismen gewählt werden, die Fehlergrenzen sind dabei etwa $\pm$ 0,00051 bei einem Prismenwinkel von rund 20^0 bezw. $\pm$ 0,00023 bei einem Prismenwinkel von rund 40^0. Zur Lieferung des monochromatischen Lichtes (Linien C, D, E, F, G′) diente der Wülfing'sche Monochromator.

Die Ergebnisse für den Turmalin St. Gotthard hellbraun und San Piero Elba farblos bis blaßgelb sind in den Tabellen VII und VIII zusammengestellt.

Tabelle VII. Brechungsexponenten und Doppelbrechung des Turmalin St. Gotthard, hellbraun.

Prisma No.		I	II	I	II	I	II
Prismenwinkel		23°52½′	42°30½′	—	—	—	—
Lichtart		Doppelte Minimalablenkung		Brechungsexponenten		Doppelbrechung	
ε	C	31°39′	61°29′	1,6417	1,6457	0,0252	0,0257
	D	31 48½	61 48	1,6448	1,6488	0,0258	0,0262
	E	31 59½	62 13½	1,6484	1,6528	0,0260	0,0268
	F	32 10	62 34½	1,6518	1,6562	0,0264	0,0271
	G′	32 27½	63 8½	1,6576	1,6617	0,0270	0,0274
ω	C	30 23	58 50	1,6165	1,6200		
	D	30 30½	59 6½	1,6190	1,6226		
	E	30 41	59 29	1,6224	1,6260		
	F	30 50	59 46½	1,6254	1,6291		
	G′	31 6	60 18½	1,6306	1,6343		

Tabelle VIII. Brechungsexponenten und Doppelbrechung des Turmalin San Piero Elba, farblos bis blaßgelb.

Prisma No.		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Prismenwinkel		41°50¾′	53°11½′	48°23′	—	—	—	—	—	—
Lichtart		Doppelte Minimalablenkung			Brechungsexponenten			Doppelbrechung		
ε	C	60° ½′	82°58′	72°11′	1,6430	1,6426	1,6405	0,0219	0,0219	0,0206
	D	60 18½	83 25½	72 33½	1,6460	1,6455	1,6433	0,0223	0,0219	0,0209
	E	60 52	83 59½	73 2½	1,6498	1,6492	1,6471	0,0227	0,0222	0,0212
	F	61 1	84 30½	73 28	1,6530	1,6527	1,6505	0,0229	0,0228	0,0216
	G′	61 35	85 20	74 8½	1,6586	1,6580	1,6557	0,0236	0,0230	0,0218
ω	C	57 48	79 41	69 36	1,6211	1,6207	1,6199			
	D	58 4	80 6½	69 55½	1,6237	1,6236	1,6224			
	E	58 24½	80 37½	70 21½	1,6271	1,6270	1,6259			
	F	58 42½	81 4	70 44	1,6301	1,6299	1,6289			
	G′	59 12	81 50	71 22	1,6350	1,6350	1,6339			

III. Spezifisches Gewicht.

Zu den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes wurde die Suspensionsmethode (Jodmethylen-Benzol) angewandt. Eine vorherige Prüfung der benutzten WESTPHAL'schen Wage ergab folgende Gewichtszahlen:

für Wasser von $30^0 = 0{,}996$
„ „ „ $25^0 = 0{,}998$
„ „ „ $20^0 = 0{,}999$
„ „ „ $15^0 = 1{,}000$

Die Wage ist also auf 15^0 (Zimmertemperatur) geaicht, d. h. Wasser von 15^0 hat nach ihr das spezifische Gewicht 1. Daher müssen alle mit ihr gemessenen Zahlen mit dem spezifischen Gewicht von Wasser bei $15^0 = 0{,}99913$ multipliziert werden, um das eigentliche spezifische Gewicht des Körpers zu erhalten.

Die folgenden Messungen wurden an besonders frischen, mit Lupe und Mikroskop ausgesuchten Körnern des betr. Turmalines vorgenommen.

Turmalin vom St. Gotthard hellbraun.

Von 9 Körnern bei 15^0 Beobachtungstemperatur:

steigen	5	schweben	3	fallen	1	bei	3.112
„	4	„	1	„	4	„	3,103
„	2	„	1	„	6	„	3.093

Daraus Mittelwert für das spezifische Gewicht: $3{,}103 \pm 0{,}009$, nach Korrektur durch Multiplizieren mit 0,99913:

$$\text{spez. Gew.} = 3.100 \pm 0{,}009.$$

Turmalin San Piero Elba farblos bis blaßgelb.

Von 10 Körnern bei 15^0 C Beobachtungstemperatur:

steigen	3	schweben	0	fallen	7	bei	3.089
„	4	„	2	„	4	„	3,097
„	8	„	1	„	1	„	3.105

Daraus ergibt sich als Mittelwert: $3{,}097 \pm 0{,}008$, nach Korrektur durch Multiplizieren mit 0,99913:

$$\text{spez. Gew.} = 3{,}094 \pm 0{,}008.$$

Das spezifische Gewicht des grünen Turmalines vom St. Gotthard wurde von E. A. WÜLFING l. c. p. 90 angegeben.

Frankfurt a. M., 10. Dezember 1918.

Zur Stratigraphie der Jura-Ablagerungen von Popilani.

Von **W. Wetzel** in Kiel.

Mit 1 Kartenskizze und 1 Tabellen-Beilage.

In der Zeit meiner Zugehörigkeit zu einer Formation an der Ostfront war es mir im Mai 1916 dank dem Entgegenkommen und dem wissenschaftlichen Interesse meines damaligen militärischen Vorgesetzten möglich, in der Gegend von Popilani während einiger Tage Beobachtungen zu machen und paläontologisches Material zu sammeln. Eine kurze Mitteilung darüber rechtfertigt sich insofern, als ich zu einem besonders günstigen Zeitpunkt beobachten konnte — die Vegetation hatte die im Winter neu aufgefrischten natürlichen Aufschlüsse noch nicht wieder verdeckt, und auch die künstlichen, durch den Krieg erzeugten Aufschlüsse waren noch nicht wieder verfallen —, und ich so in der Lage war, die bisherigen Angaben nachzuprüfen und zu vervollkommnen. Doch beschränke ich mich, noch inter arma, auf einen im wesentlichen stratigraphischen Bericht, der die Notwendigkeit weiterer, namentlich paläontologischer Untersuchungen ungeachtet des Vorhandenseins von zwei größeren Monographien der Popilani-Faunen [1] beweist.

Die von mir besuchten Aufschlüsse verteilen sich auf 4 Punkte, s. Kartenskizze I—IV, und zwar handelt es sich

bei I (unmittelbar am Südrand der Stadt) um Mittelcallovien.
bei II um unteres Callovien bis Oberoxford (II A, II B und II C sind besonders günstige Profil- und Sammelstellen),
bei III um Oxford bezw. *Lamberti*-Schicht (ungenügend aufgeschlossen).
bei IV wahrscheinlich um unteres bis mittleres Callovien.

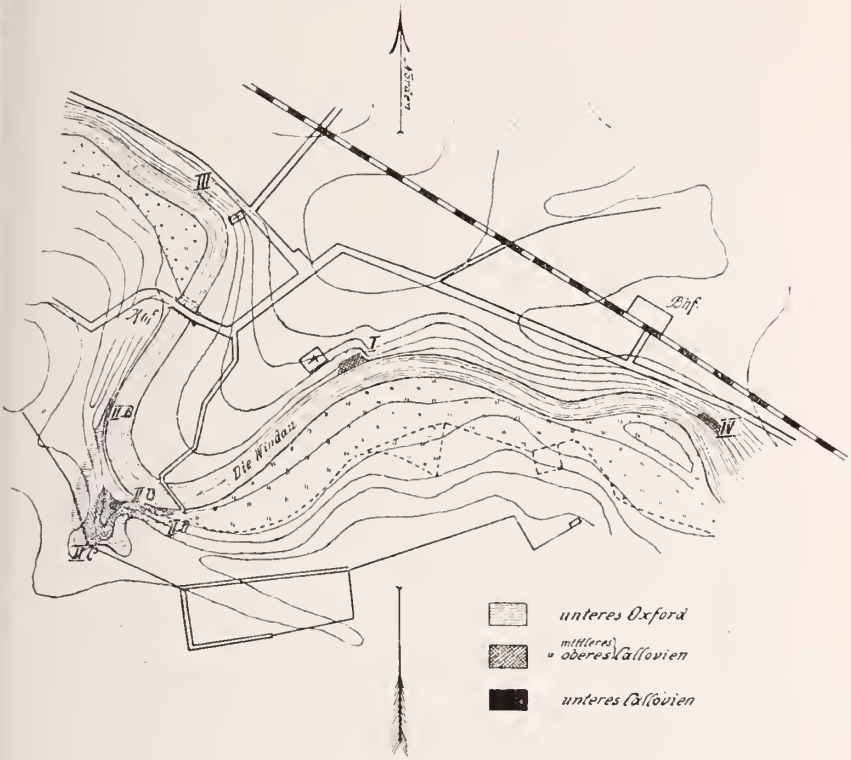
Das im folgenden genauer beschriebene Profil II C vergleiche ich mit anderweitig schon vorliegenden Profilen, die, soweit überhaupt noch festzustellen ist, sich auf dieselbe Stelle beziehen. Es handelt sich um ein Nebentälchen der Windau — Siemiradzki spricht, N. Jahrb. f. Min. etc. 1888. II, von der „Schlucht gegenüber der Mühle", d. h. wohl der Wassermühle an der Windau.

Die **Profile** zeigen im großen und ganzen Übereinstimmung hinsichtlich der Mächtigkeiten — 15 m Callovien + 10 m Unteroxford — und der petrographischen Ausbildung.

Im einzelnen fallen zunächst gewisse Unterschiede auf. So vermißt man Grewingk's Schicht 2 (Ton) in allen anderen Profilen;

[1] K. Boden, Die Fauna des unteren Oxford von Popilani in Litauen. Geol. u. pal. Abhandl. **14**. 1911. — E. Krenkel, Monographie der Kelloway-Fauna von Popiliani in Westrußland. Palaeontographica. **61**. 1915. } s. hier weitere Literatur.

dabei ist indessen zu beachten, daß die in den Profilen hauptsächlich hervorgehobenen festeren Bänke und sandigen Schichten Tonlagen als Zwischenmittel haben, die nicht überall besonders aufgezählt sind. Gerade die festeren Bänke, und besonders die Kalkknollen-Lagen, halten anderseits sehr wahrscheinlich nicht aus, so sehr sie auch im einzelnen, begrenzten Aufschluß das Gesamt-



Skizze von Popilani und Umgegend. Maßstab ca. 26000.

bild der Schichtenfolge beherrschen. In diesem Sinn kann man mit Krenkel die Unstimmigkeiten durch raschen Fazieswechsel erklären. Im Zusammenhange hiermit ist auch hervorzuheben, daß in der Gesamtmasse der Popilani-Schichten in Wirklichkeit toniges Material überwiegt. Unter den festeren, aber meist unbeständigen oder unzusammenhängenden Schichtgliedern besitzt Schicht 4 meines Profils noch den meisten Zusammenhalt und bedingt daher in dem erwähnten Tälchen eine Stufung.

Ernstlicherer Widerspruch besteht zwischen Boden's Angaben und meinem Befund hinsichtlich der Fazies des Unteroxford. Boden's

obere Abteilung dieser Stufe in der Fazies muschelführenden Sandsteins war an meinem Fundpunkt II nicht zu finden, statt dessen fanden sich als jüngstes Schichtglied des Popilanier Jura Tone mit Geoden, die vielleicht noch ins Oberoxford hinübergreifen. In Boden's unterer Abteilung des Unteroxford in Glimmertonfazies sehe ich nicht „fast reine Cephalopodenfazies", vielmehr enthält der Glimmerton in höheren Lagen vorwiegend Muscheln und Schnecken, nur die schwärzlichen Kalksandsteinknollen der unteren Lagen führen Cardioceraten als fast ausschließlichen Fossilinhalt.

Abgesehen von der soeben erwähnten geringen Ergänzung, die mein Profil im Hangenden bietet, ließen sich die ältesten Schichten des Popilanier Jura genauer prüfen, auch hinsichtlich ihres Versteinerungsinhaltes, so daß ich sie mit Vorbehalt als eine „*Sedgwicki-Reineckia*-Zone" kennzeichne. Das *Cosmoceras Sedgwicki* erwähnt Krenkel als charakteristisch für die Liegendschichten, leider nur in seinem Profil, ohne in seinem paläontologischen Teil darauf zurückzukommen. Nach meinem Befund ist das Vorkommen von *Reineckia* in der liegendsten Bank bedeutsam, während die Cosmoceraten sich erst nach dem Hangenden zu in zunehmender Häufigkeit einstellen. Jene tiefste, von mir beobachtete Kalksandsteinschicht liegt wenig über dem Windau-Spiegel; tiefere Schichten des Calloviens waren an der betreffenden Fundstelle (II) ebensowenig wie an den übrigen Aufschlußpunkten sichtbar.

Doch wurde flußabwärts (zwischen II u. III) ein einzelner, lose am Flußufer liegender Block von stark eisenschüssigem Kalksandstein — u. d. M. mit wenig Quarz, Foraminiferen und Schwammnadeln — gefunden, aus dem mehrere Exemplare von *Macrocephalites compressus* herausgeschlagen wurden (Durchmesser 81 mm, Nabelweite 26 mm, Windungshöhe 34 mm, mittlere Umgangshöhe 31 mm, Wohnkammerlänge 1 Umgang). Den örtlichen Verhältnissen entspricht die Annahme, daß der Block nicht weit transportiert worden ist, so daß mithin unteres Callovien als für die Gegend neu erwiesen gelten darf. Wenn Krenkel (l. c. p. 205) vermutete, daß die liegenden 4 m Sand in Grewingk's Profil Macrocephalenschichten seien, so mag hinzugesetzt werden, daß durch lokale starke Anreicherung an verkittendem Limonit unser Macrocephalen-Gestein aus solchen Sanden hervorgegangen sein könnte.

Von Cornbrash in stratigraphischem Sinne (= *Aspidoides*-Schichten) findet sich entgegen Schellwien's und Siemiradzki's Ansicht keine Spur. Diese Zone dürfte auch in der näheren Umgebung von Popilani kaum zutage treten, geschweige denn Parkinsonienschichten.

Cornbrash-Fazies tritt verschiedentlich im Profil auf, insbesondere in Gestalt derjenigen Kalksandsteinknollen, die in meinem Profil unter No. 2 beschrieben werden und die — auch nach Krenkel's Vermutung — die irrtümliche Altersbestimmung bei

Siemiradzki veranlaßten, indem manche Knollen keine anderen Versteinerungen als massenhaft *Pseudomonotis echinata* Sow. var. *decussata* und var. *subechinata* enthalten. Andere, wohl gleichaltrige Knollen führen vorwiegend *Rhynchonella varians*. Nicht nur im Hinblick auf letzteren Befund erscheint es als unzutreffend, wenn Krenkel von der geringen Rolle spricht, die die Brachiopoden und übrigens auch die Echinodermen in der Popilanier Callovienfauna spielen.

Mit der Feststellung, daß kein Bathonien bei Popilani vertreten ist, scheidet auch die Angabe Siemiradzki's über das Vorkommen eines „*Stephanoceras coronatum* aff. *Blagdeni*" als irrtümlich aus, die schon von Schellwien angezweifelt wurde. Dagegen bleibt *Erymnoceras (Cosmoceras) coronatum* Brug. ein für Popilani sehr wichtiges Faunenglied, von dem unten noch zu reden ist.

Die **Fazies**-Eigentümlichkeiten und der wiederholte Faziswechsel deuten auf bald größere, bald etwas geringere Küstennähe der jurassischen Gewässer um Popilani hin.

Während die Macrocephalenschichten unter noch nicht zu übersehenden, wohl eigenartigen Bedingungen gebildet sind, die teils für Küstennähe, teils dagegen sprechen, besitzt die von mir als *Sedgwicki-Reineckia*-Zone abgetrennte Schichtabteilung (No. 1 u. 2) alle Kennzeichen unmittelbar küstennaher Bildung.

Ähnlich deutliche Kennzeichen der Küstennähe finden sich dann erst wieder in der *Lamberti*-Knollenschicht (No. 6) in Gestalt der zahlreichen Spuren von Bohrmuscheln an diesen Knollen, was zum Vergleich mit den norddeutschen Faziesverhältnissen zwingt. Flachwassermuscheln spielen auch schon in den liegenden Schichten No. 4 und 5 eine Rolle; überall, wo das Knollen-Gestein derartig aus Fossilien zusammengebacken erscheint, wie in Schicht 5, muß das Meerwasser von Grund auf bewegt gewesen sein.

Der Glimmerton des Unteroxford dürfte als Schlick in seichten Gewässern, etwa in einem Wattenmeer, entstanden sein. Dieses kann breite Flächen eingenommen haben und zeitweise, an küstenferneren Punkten, recht wohl zur Einbettung angehäufter Ammonitengehäuse geführt haben (Boden's „Cephalopodenfazies"), während die dickwandigen Muscheln und Schnecken der oberen Partien des Glimmertones in dasselbe Wattenmeer gehören mögen, in welchem geringe Sedimentzufuhr genügte, um große Verschiebungen der Strandlinie oder der Strömungen zu bewirken.

Somit fehlen im Profil von Popilani Ablagerungen aus tieferem Wasser überhaupt; auch die stellenweise häufigen Kieselschwammnadeln deuten wohl nur an, daß jene Küstengewässer in offenem, vielleicht nahen Zusammenhang mit tieferen Meeresteilen gestanden haben. Aus vergleichsweise tiefem Wasser ist vielleicht die hangendste Schicht (10) meines Profils abgelagert worden.

Auf die anzunehmenden Oszillationen der Küstenlage weist Krenkel in seiner Monographie hin, ebenso hebt er mit Recht und entgegen der älteren Ansicht Grewingk's die wichtige Tatsache hervor, daß trotz küstennaher Bildung der Popilani-Gesteine keine Faunenvermischung stattfand, daß vielmehr die normale Zonengliederung hier anwendbar ist.

Mehrere Horizonte sind sehr **eisenreich**, namentlich Schicht 5 in Grewingk's und meinem Profil, wie denn auch die über dem Boden des Windau-Tales austretenden Quellen ihre Umgebung mit ausgefälltem Eisenoxydhydrat intensiv färben, und das Flußwasser selbst braune Farbe zeigt.

Unter den augenblicklichen Zeitumständen lohnt es vielleicht, in Wiederholung früherer russischer Abbauversuche den Vorkommnissen von bergmännischer Seite aus näher zu treten, wiewohl der hohe SiO_2-Gehalt der Gesteine und die Wechsellagerung eisenreicher Schichten mit sand- oder tonreichen ungünstig wirken müssen. Anderseits fällt die Nachbarschaft der Hafenbetriebe Libaus mit ihren Verhüttungsanlagen und das Fehlen sonstiger Eisenerzvorkommen weit und breit begünstigend ins Gewicht.

Die schwache **Neigung der Schichten** gegen NW, die Boden in seiner Monographie erwähnt, scheint, soweit man aus den lückenhaften Beobachtungen schließen kann, nicht durchgehend zu sein, vielmehr mag ein Teil des dargestellten Gebietes einer Scholle angehören, die sich in schwacher Neigung gegen NO befindet.

Einige kurze Bemerkungen über den **paläontologischen Inhalt** der Schichten von Popilani nach meinen Aufsammlungen beweisen die Notwendigkeit, die bisher vorhandenen Faunen-Bearbeitungen zu ergänzen.

Die wichtigsten Fossilfunde aus der Liegendschicht (Schicht No. 1 der *Sedgwicki-Reineckia*-Zone) wurden schon in der Profiltafel aufgeführt und erweisen, daß die Schicht bei früheren Aufsammlungen ganz oder nahezu übersehen worden war.

Schicht 2 (der gleichen Zone) lieferte als neue, in den bisherigen Fossillisten nicht erwähnte Faunenbestandteile mehrere Schneckengattungen, u. a. *Amauropsis**, eine *Posidonomya*-Art, *Cucullaea concinna*, *Asteropecten**, Crustaceenreste, und von Pflanzenresten u. a. einen Koniferenzapfen. Cosmoceraten, die am meisten Beziehungen zu *C. transitionis* und *baltieum* haben, sowie Perisphincten aus der Verwandtschaft des *mosquensis* var. *popilanica* sind schon hier vertreten, während Krenkel sie erst aus dem mittleren bis oberen Callovien erwähnt.

Schicht 5 (oberer Teil der Ornaten-Zone) lieferte verschiedene bisher dort nicht beobachtete Muscheln der Gattungen *Inoceramus*, *Posidonomya*, *Gervilleia* (außer der großen, schon bekannten *G. avi-*

culoides eine andere, kleinere Art), *Placunopsis*, *Anisocardia* (c. *Choffati*[1]), *Anatina* (mehrere Arten) und *Gastrochaena*, ferner zahlreiche Schnecken der Gattung *Cerithium* (mit deutlicher Septenbildung), *Alaria* (mehrere bisher nicht erwähnte Arten), *Amauropsis*, *Neritoma* (?), *Tornatella* und *Pleurotomaria* (flachkonische Formen aus der Verwandtschaft der *granulata* und *punctata*). Der bemerkenswerteste neue Cephalopodenfund außer einigen Aptychen dürfte eine *Oppelia* sp. juv. sein. Bryozoen sind mit einer Kolonie (? *Heteropora*) vertreten. Ein Schmarotzerschwamm (? *Cliona*) wurde auf *Pecten*-Schalen erkannt. Reste von Fischen und Krebsen liegen mehrfach vor.

Schicht 6 (unterer Teil der *Lamberti*-Zone) enthält außer den durch Krenkel bekannt gewordenen Faunenbestandteilen auch Angehörige der Gattungen *Pinna* und *Cerithium*.

Schicht 8—9 (Unteroxford) endlich eine *Rhynchonella*-Art, während in Boden's Listen nur andere Brachiopodengattungen vorkommen.

Die nicht sehr reiche Ammoniten- und Zweischalerfauna meiner Schicht 10 (s. Profil) wird schon deswegen manches für Popilani Neue enthalten, weil in diesen jüngsten Ablagerungen bisher überhaupt kaum Funde gemacht worden sind. Leider ist hier der Erhaltungszustand bei weitem nicht so günstig, wie in den meisten älteren Horizonten Popilanis.

Die Gattung *Erymnoceras*, von der mein Sammelgut u. a. kleine Jugendexemplare enthält, die für eine phylogenetische Untersuchung dieser so umstrittenen, von Krenkel übrigens gar nicht berücksichtigten Gruppe wichtig werden können, scheint nur bis zur Schicht No. 5 hinauf vorzukommen, m. a. W. bis zu den Ornatenschichten einschließlich, wie auch in Norddeutschland. Nach Siemiradzki freilich kommt das „echte *Stephanoceras coronatum*“ in den *Lamberti*-Schichten vor, wo es in Norddeutschland auch, aber auf sekundärer Lagerstatt, gefunden wird[2].

Die hier ergänzend aufgezählten Funde lagen übrigens zum Teil offenbar schon Grewingk bei Abfassung seiner Fossilliste in „Geologie von Liv- und Kurland“, 1861, vor. Ein genauer Vergleich mit dieser Liste wird aber, u. a. wegen der weiten Horizontgrenzen Grewingk's, schwer durchzuführen sein.

Die neueren monographischen Faunenbeschreibungen waren nach alledem auf unzureichendes Material gegründet und bieten in gewisser Hinsicht ein nicht ganz zutreffendes Bild der faunistischen Verhältnisse dar. Von der angeblich geringen Rolle der Brachiopoden und Echinodermen war schon die Rede. M. E. ist ferner die faunistische Übereinstimmung mit Nordwestdeutschland namentlich im Bereich des Calloviens noch größer, als selbst Krenkel annahm.

[1] bisher erst aus dem Oxford Popilanis bekannt.

[2] Alles von mir gesammelte paläontologische Material befindet sich zurzeit in Berlin, und zwar im Besitz des Spezialarztes Dr. med. Glücksmann, der für seine Bergung und Überführung dankenswerterweise gesorgt hat.

Die Callovienfauna Popilanis enthält, wie Krenkel's Material nicht ergeben hatte, die für Norddeutschland bezeichnende Faunenvergesellschaftung einschließlich *Reineckia*, *Kepplerites*, *Posidonomya* und zahlreicher Krebse. Das Häufigkeitsverhältnis zwischen diesen und anderen wichtigen Gattungen, wie der bei Popilani herrschenden Gattung *Cosmoceras*, dürfte sich in jedem Gebiet etwas anders stellen. Von den zahlreichen süddeutschen Callovien-Schnecken scheint auch ein gut Teil vertreten zu sein, ebenso wie der süddeutsche *Asteropecten*; dergleichen war bisher nur zu unvollständig in die deutschen Sammlungen gelangt, allein auf deren Grund die erwähnten Monographien entstanden sind. Auch die Gattung *Oppelia*, die in den gleichaltrigen Schichten Polens eine besondere Rolle spielt, fehlt, wie mein Material zeigt, bei Popilani wenigstens nicht völlig.

Weitere Nachforschungen an Ort und Stelle würden noch manches während meines kurzen Besuches zweifelhaft Gebliebene aufklären können, so die stratigraphische Verteilung der Perisphincten, speziell der *mosquensis*-Gruppe, und der großen *Cadoceras*-Formen. Auch würde es vielleicht glücken, die nach meinem Einzelfunde als vorhanden anzunehmenden Macrocephalenschichten im Anstehenden nachzuweisen.

Personalia.

Ernannt: Priv.-Doz. Dr. **H. Cloos** in Marburg a. d. L. zum Professor der Geologie in Breslau als Nachfolger von Prof. Frech.

Habilitiert: Dr. **Paul Keßler** (bisher an der Universität Straßburg i. E.) an der Universität Tübingen für Geologie.

— Dr. **Kurt Pietzsch**, Leipzig, zum sächsischen Landesgeologen.

Gestorben: Am 9. April 1919 Prof. Dr. **Roland Eötvös** in Budapest.

Miscellanea.

Professor Emil-Philippi-Stiftung.

Aus der Stiftung wurden je 1000 ℳ bewilligt an:

1. Dr. Kurt Spangenberg, Assistent am Mineralogischen Institut der Universität Jena, zur Fertigstellung einer Arbeit „Zur Kenntnis toniger Sedimente";
2. Dr. Karl Hummel, Assistent am Geologischen Institut der Universität Freiburg i. B. zur Förderung seiner Arbeit über „Die Sedimentationsverhältnisse im Bodensee nach den Methoden der modernen Ozeanographie";
3. Dr. Walter Viëtor, Assistent am Geologischen Institut der Universität Marburg, zur Vollendung seiner Arbeit über „Die jüngeren Ceratiten des germanischen oberen Muschelkalkes".

Sokolow 1844 bzw. Grewingk 1861 Profil „etwas stromaufwärts (= östl.) des Tälchens“	Schellwien (N. Jahrb. f. Min. etc. 1894, II.)	Boden 1911	Krenkel 1915 (nach Chmielewski)		Wetzel 1916 (Punkt III C der Kartenskizze, Tälchen zwischen Popilani und dem Plateau von Ferme)
9. 20′ = ca. 7 m Lehm, dunkelgrau, locker, erdig-sandig	7. 6 m Geschiebelehm, bräunlich-rötlich		Diluvium		
				? Ober-Oxford	10. Ton mit eisenschüssigen Geoden *Perisphinctes, Peltoceras, ? Cardioceras vertebrale*
		4 m Sandstein grau oder eisenschüssig *Cardium vertebrale, cordatum* etc	Oxford-Ton mit *Cardioceras* sp. sp.		9. Glimmerton mit losen, meist weißschaligen oder perlmutterglänzenden Versteinerungen *Cardioceras cordatum*
		6 m Glimmerton, schwarz *Cardior. tenuicostatum* und *popilaniense*	Oxford-Ton mit *Cardioceras tenuicostatum*	Unter-Oxford	8. Glimmerton mit feinkörnigen, schwärzlichen Kalksandsteinknollen. Knollen, enthaltend u. d. M. Glimmerschüppchen neben Quarzkörnern als klastisches Material und spärlich limonitreiche Oolithe *Cardioceras popilaniense*
8. 6,5—7′ = ca. 2,3 m Ton, dunkelgrau, mit zarten, silbergrauen Glimmerschüppchen	6. 2 m Ton, schwärzlich-kohlig	2 m Glimmerton mit schwarzen Kalksandsteinknollen *Quenstedticeras Lamberti*, z. T. verkiest	Glimmerton, schwarz, versteinerungsleer Glimmerton, schwarz, darin oolithische, feste Kalkknollen mit Pyritgehalt und *Quenstedtoceras Sutherlandiae* und *vertumnum* Ton mit *Harpoceras, Cosmoceras lithuanicum* und Grp. *Promine*	Ob. Callovien = *Lamberti*-Zone	7. Ton mit großem *Cadoceras* 6. Ton mit grauen Kalkknollen, die von Bohrmuscheln angebohrt sind, große canaliculate Belemniten, *Quenstedtoceras*
7. 0,4—1′ = ca. 0,2 m Kalksand oder Sandkalk, grau, fest, fossilreich, unten oolithisch	5. Sandstein, weich, gelblichbraun, kalkhaltig, mit vielen Muscheln und *Rhynchonella varians*	1—1,5 m Sandstein, weich, gelbbraun, oolithisch *Rhynchonella varians*	Sandstein, braungelb, hart		
6. 4,15—4,5′ = ca. 1,5 m Sandstein bis Sand, ockergelb, eisenreich, fest oder locker, feinkörnig; Limonitknollen	4. 2 m zwei Kalksandsteinbänke, oolithisch, mit 1 m dicker sandiger Zwischenschicht *Cosmoc. Jason, Castor, ornatum*	0,5 m Kalk, fest, sandig *Cosmoc. Jason, Castor, ornatum*			
5. 0,6—1,2′ = ca. 0,4 m Sandkalk, dicht, fest, rotbraun oder grau, Limonitkörner führend oder feinlöcherig, oder oolithisches Eisenerz mit 40 % Eisen		1 m Sandstein, weich, gelbbraun	Bank sandiger, grauer, fossilreicher Kalkknollen mit Eisenoolithkörnern *Cosmoceras ornatum, Pollux, lithuanicum* *Hecticoceras russiense*, Holzreste	Ornatenzone	5. Kalkknollenbänke mit Eisenspat- oder Limonit-Oolithen Sehr zahlreiche marine Versteinerungen und Treibholz *Hecticoceras russiense*, grobskulptierte u. langdornige *Cosmoceras*; selten Bohrmuscheln; u. d. M. Schwammnadeln
4. 12—12,5′ = ca. 4,1 m Sandstein, eisenschüssig, oben fester, dunkler, unten lockerer und hellgelb, und Sand mit festeren, kalkreichen Zwischenlagen und Knollen	3. 1 m Sandstein, kalkig *Trig. clavata, Gryphaea dilatata*	1 m Sandstein, kalkig, gelbbraun *Trigonia, Gryphaea*	Sandkalk mit schlechterhaltenen Versteinerungen ? Sand, gelb, fest, mit riesigen runden *Stephanoceras*		4. Kalksandsteinbank, hell (u. d. M. außer ziemlich grobkörnigem Calcitaggregat größere gelbliche Rhomboeder von ? Dolomit oder Eisenspat) *Gryphaea dilatata, Proplanulites*
	2. 2 m Sand, fein, gelb oder graugrün, glimmerhaltig Zweischaler	2 m Sand, fein, gelb oder graugrün, glimmerhaltig *Trigon clavata* u. *Nucula variabilis*	Schicht mit viel *Pentacrinus* und jungen Belemniten Quarzsand, gelblich-grünl., fein, stark glimmerhaltig *Gryphaea, Belemnites, Stephanoceras* Schicht mit *Stephanoceras, Cosmoc. Jason* u. *Gowerianum*	Jason-Castor-Zone	3. Sand, locker, gelb Belemniten, Rhynchonellen, Treibholz
3. 6′ = ca. 2 m, wie 4., aber tonreicher			Sand, gelblich bis graugelb, fein, etwas glimmerhaltig, viel schlechterhalt. Versteinerungen, namentlich *Rhynchonella varians* Sandstein mit Stacheln von *Echinobrissus* und Reptilzähnen Quarzsandstein mit meist kleinen Oolithkörnern und Konkretionen aus Eisenerzmule und Tonfüllung Abrollungsspuren *Perisphinctes mutatus, Cosmoceras Sedgwicki, Hecticoceras krakuriense* Konglomeratschicht, ähnlich der nächsthöheren *Trigonia costata* und *Trigonia* sp. sp.	Sedgwicki-Reineckia-Zone	2. Bank von Kalksandstein- und Oolithkalk-Knollen, fossilreich (*Cosmoceras* u. a. U. d. M. viel Crinoidenreste, Quarzkörner, kaum kantengerundet, neben grobem Calcitaggregat. Die Oolithe enthalten als Zentrum Körner oder Körneraggregat, darum radial angeordnete Calcitstengel mit Limonit in den Zwischenräumen, außen dünne Schale von Calcitaggregat — Reste von Coniferenholz)
2. 1,3′ = ca. 0,4 m Ton, schwarz		5 m sandiger Kalk Muscheln u. *Rhynchonella varians*			1. Kalksandstein, grau, braun verwitternd, mit 2 Arten *Reineckia, Pinna mitis, Pseudomonotis substriata* u. a. Muscheln und Schnecken[1] U. d. M. Quarz- und Feldspatkörner, scharfkantig, wenig organ. Reste außer zahlreichen Kieselschwammnadeln. Grundmasse aus gröberem Aggregat von Calcitkristallen bestehend, welche von Eisenpigment umhäutet sind. — Gelegentlich Pyrit)
1. 12′ = ca. 4 m Sand, gelb und grau, mit schwarzen Tonschmitzen, unten mit Kohle	1. Gehängeschutt, darin „Cornbrash-Gestein“				
Windau-Spiegel			? Sande (? mit Macrocephalen)		

[1] *Ceratium* Grp. *armatum, Ammonopsis, Maria* cf. *nanus, Rhynchonella* sp. — Wahrscheinlich gleichaltrig ist eine Knolle mit konglomeratischen Bestandteilen, sowie mit Pyrit, Austern und Bohrmuscheln

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Lauediagramme des Nephelin.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 4 Textfiguren.

H. Baumhauer[1] veröffentlichte im Jahre 1882 die überraschende Beobachtung, daß der in seiner kristallographischen Formentfaltung, wie bekannt, hexagonal holoedrisch erscheinende Nephelin auf Grund seiner Ätzfiguren zu einer Abteilung des hexagonalen Systems gehöre, in welcher pyramidale bezw. trapezoedrische Hemiedrie mit Hemimorphismus nach der Hauptachse verbunden sei. In der jetzt üblichen Bezeichnungsweise bedeutet das die hexagonal pyramidale Klasse. Ihr hexagyrisch pedialer Rhythmus beschränkt die Symmetrie auf eine polare sechszählige Drehachse. Symmetriezentrum und Symmetrieebenen fehlen mithin.

Die Ätzfiguren erwiesen zudem die Zusammensetzung der Nephelinkristalle aus Zwillingsteilen, die nach $\{0001\}$ und $\{10\bar{1}0\}$ verbunden sind.

H. Traube[2] bestätigte in eingehender Untersuchung den Baumhauer'schen Befund.

Es war mir von Interesse, in der Angelegenheit die dem Kristallographen seit der Entdeckung M. v. Laue's zur Verfügung stehende röntgenogrammetrische Methode der Symmetrieuntersuchung auf den Nephelin anzuwenden. Zwar war dabei von vornherein Verzicht zu leisten auf eine Unterscheidung der hexagonal pyramidalen und hexagonal bipyramidalen Klasse; sie differieren ja lediglich dadurch, daß im ersteren Falle ein hexagyrisch pedialer, im zweiten ein hexagyrisch pinakoidaler Rhythmus herrscht. Die stets zentrosymmetrische Optik vermag aber die durch Fehlen eines Symmetriezentrums bedingte niedere Symmetrie nicht nachzuweisen. Ein hexagonal pyramidaler Körper, wie er nach Baumhauer im Nephelin vorliegt, muß sich also in der Symmetrie seines Beugungs-

[1] H. Baumhauer, Über den Nephelin. Zeitschr. f. Kristallogr. 6. p. 209. 1882. Ferner: Über die Kristallisation des Nephelin. Ebenda. 18. p. 611. 1891 und Die Resultate der Ätzmethode. Leipzig 1894. p. 69.

[2] H. Traube, Beiträge zur Kenntnis des Nephelins und des Davyns. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. IX. p. 466. 1894/95.

spektrums wie ein hexagonal bipyramidaler Kristall, d. h. in der Symmetrie wie Apatit, verhalten. Anderseits würde sich ein etwaiger hexagyrisch sphenoidischer, domatischer oder prismatischer Rhythmus, d. h. die Zugehörigkeit des Minerals entweder zur hexagonal trapezoedrischen, dihexagonal pyramidalen oder dihexagonal bipyramidalen Klasse in einer holoedrischen Symmetrie seines Beugungsmusters bekunden [1]. Die Lauediagramme des Nephelins stehen im Einklange mit den Ätzergebnissen. Es kommt dem Mineral also sicherlich die von H. Baumhauer ihm angewiesene Eingliederung in die hexagonal pyramidale Klasse zu.

Das von mir verwandte und unter Assistenz von Fräulein Kylaszewski röntgenogrammetrisch studierte Material entstammt den bekannten vulkanischen Bomben des Monte Somma. Platten nach $\{0001\}$ und $\{10\bar{1}0\}$ wurden geätzt, um ihre zwillingsmäßige Aufteilung erkennen und einheitliche Stellen für die Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen ausgliedern zu können. Bei der Methode, die Präparate unmittelbar auf die vordere Öffnung der Bleiblende zu legen und dabei unter dem Mikroskop zu studieren, ließ sich das leicht bewerkstelligen.

Es sei hier insbesondere auf zwei Platten Bezug genommen; die eine, nach $\{0001\}$, ist 1 mm stark, die andere, nach $\{10\bar{1}0\}$, von 0,9 mm Dicke. Die Belichtungsdauer mittels Lilienfeld-Röhre mit Wolfram-Antikathode betrug 15 bezw. 28 Minuten. Der Abstand von Blende zur photographischen Platte maß 40 mm.

Das Präparat nach $\{0001\}$ wurde graphisch durch Übertragung der Reflexprojektion des Lauediagramms in eine gnomonische Normalenprojektion ausgewertet [2]. Die Indizes der Interferenzpunkte von $\{10\bar{1}0\}$ sind aus dem Glanzwinkel α und dem Azimut φ der Beugungsflecke berechnet.

Zur Orientierung über die Zusammengehörigkeit der Punkte im Lauediagramm mit den Punktlagen in gnomonischer Projektion mögen Fig. 3 und 4 dienen. Dabei ist der Primärstrahl so gerichtet gedacht, daß er von der Kristallaußenfläche der Platte nach dem Kristallinnern zu verläuft.

Der Überblick der Diagramme Fig. 1 und 2 erweist deutlich den lediglich hexagyrischen Symmetriecharakter auf $\{0001\}$ und die alleinige Spiegelungssymmetrie nach $\{0001\}$ auf dem Präparat nach $\{10\bar{1}0\}$.

[1] Vgl. die Fig. 6 bei F. Rinne, Lauediagramme des Benitoit. Dies. Centralbl. 1919. (Im Druck.)

[2] F. Rinne, Das Röntgen-Lauediagramm als gnomonische Reflexprojektion der Kristallstrukturebenen in den Beiträgen zur Kenntnis der Kristall-Röntgenogramme. 1. T. Berichte d. Sächs. Ges. d. Wissensch. 67. p 333. 1915.

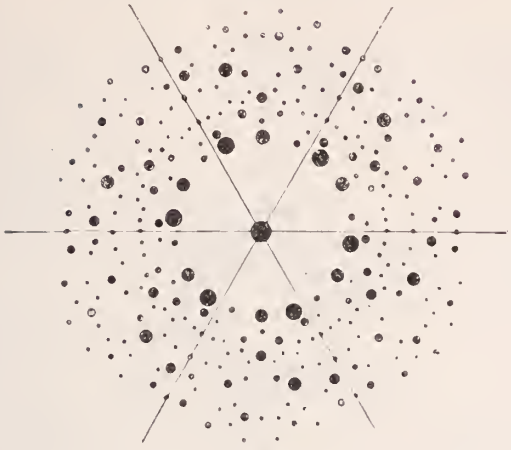


Fig. 1. Lauediagramm des Nephelin auf {0001}.

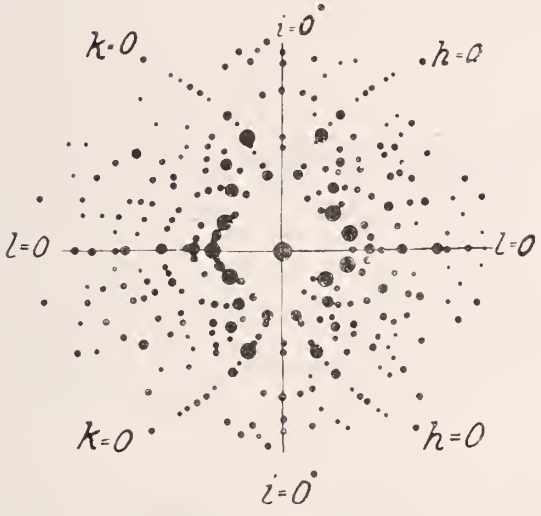


Fig. 2. Lauediagramm des Nephelin auf {10$\bar{1}$0}.

Platte nach {0001}.
Beobachtete Strukturebenen.
1. Pyramiden erster Stellung:

5051 6061 7071 7072.

2. Pyramiden zweiter Stellung:

22$\bar{4}$1 33$\bar{6}$1 5.5.$\bar{1}$0.2.

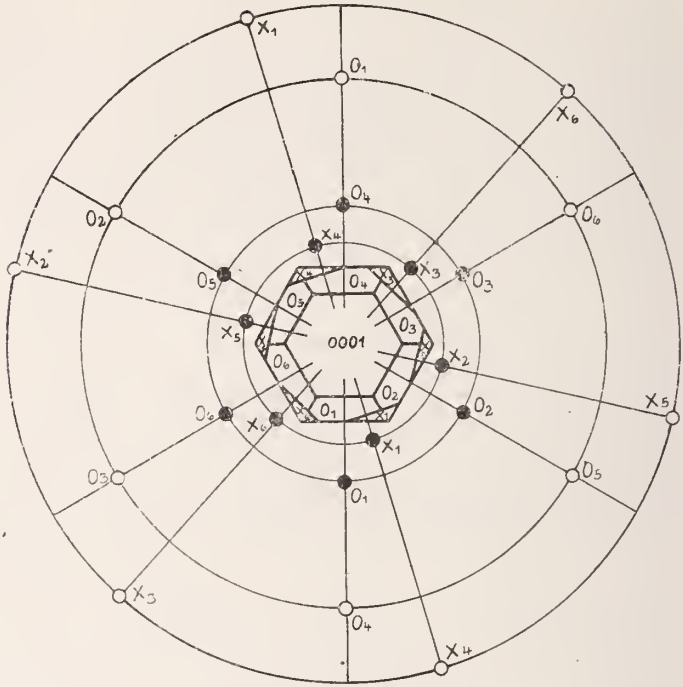


Fig. 3. Beziehung des Lauediagramms von Nephelin auf {0001} als Reflexprojektion zur gnomonischen Projektion.

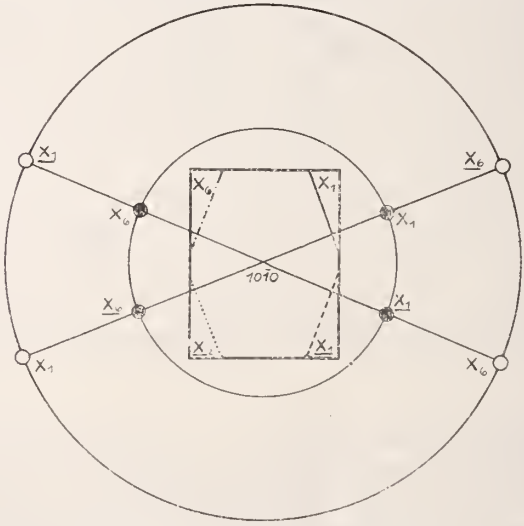


Fig. 4. Beziehung des Lauediagramms von Nephelin auf {1010} als Reflexprojektion zur gnomonischen Projektion

3. Pyramiden dritter Stellung:

3141 3251 4261 4371 5161 5381 5382 5492 6392 6.5.$\bar{11}$.2 6.5.$\bar{11}$.3
7292 7.3.$\bar{10}$.2 7.5.$\bar{12}$.2 7.5.$\bar{12}$.3 8192 8.3.$\bar{11}$.2 8.3.$\bar{11}$.3 8.5.$\bar{13}$.3 9.1.$\bar{10}$.2
9.1.10.3 9.2.$\bar{11}$.2 9.2.$\bar{11}$.3 10.1.$\bar{11}$.3 10.2.12.3 13.1.$\bar{14}$.4.

Platte nach $\{10\bar{1}0\}$.

Beobachtete Strukturebenen.

1. Pyramiden erster Stellung:

1011 10$\bar{1}$2 10$\bar{1}$3 10$\bar{1}$4 10$\bar{1}$6 2023 2025 2027 2.0.2.11 3034
3035 3037 3.0.$\bar{3}$.10 5058 8.0.8.11.

Durch besondere Intensität hebt sich 2025 heraus.

2. Pyramiden zweiter Stellung:

11$\bar{2}$5 11$\bar{2}$6 2.2.$\bar{4}$.13.

3. Pyramiden dritter Stellung:

2131 21$\bar{3}$2 21$\bar{3}$3 21$\bar{3}$4 21$\bar{3}$6 21$\bar{3}$7 21$\bar{3}$8 21$\bar{3}$9 3141 31$\bar{4}$3 31$\bar{4}$4
31$\bar{4}$5 31$\bar{4}$6 3251 32$\bar{5}$2 32$\bar{5}$3 3.2.$\bar{5}$.11 41$\bar{5}$6 4157 4261 42$\bar{6}$3 42$\bar{6}$5
51$\bar{6}$1 51$\bar{6}$5 51$\bar{6}$6 51$\bar{6}$8 52$\bar{7}$1 52$\bar{7}$2 52$\bar{7}$4 52$\bar{7}$5 52$\bar{7}$6 53$\bar{8}$1 53$\bar{8}$2
53$\bar{8}$5 62$\bar{8}$5 62$\bar{8}$7 63$\bar{9}$1 6.4.$\bar{10}$.1 7297 7.3.$\bar{10}$.3 7.3.$\bar{10}$.5 8.2.$\bar{10}$.3 8.3.$\bar{11}$.1
8.3.$\bar{11}$.2 8.3.$\bar{11}$.3 9.1.$\bar{10}$.9 9.2.$\bar{11}$.5 9.3.$\bar{12}$.1 9.3.$\bar{12}$.2 9.3.$\bar{12}$.7 9.4.$\bar{13}$.1
9.4.$\bar{13}$.9 10.2.$\bar{12}$.5 10.3.$\bar{13}$.2 10.3.$\bar{13}$.3 10.3.$\bar{13}$.4 10.3.$\bar{13}$.6 10.3.$\bar{13}$.7.

4. Prismen dritter Stellung:

21$\bar{3}$0 31$\bar{4}$0 32$\bar{5}$0 53$\bar{8}$0 7.3.$\bar{10}$.0 7.4.$\bar{11}$.0 8.3.$\bar{11}$.0 10.3.$\bar{13}$.0

Die für die Symmetrieverhältnisse charakteristischen Intensitätsunterschiede der Beugungsstrahlen von Strukturflächen mit gleichen Indizes sind besonders deutlich bei 2131 21$\bar{3}$2; 3251 32$\bar{5}$2 32$\bar{5}$3 und 32$\bar{5}$0; 5272 52$\bar{7}$4; 5381; 7292; 10.3.$\bar{13}$.0. Die rechten und linken Formen dieser Gestalten sind also vor allem verschieden reflektorisch ausgestattet, ein erster Hinweis auf die durch anschließende Untersuchungen aufzufindende stereochemische Formel des Minerals.

Institut f. Mineralogie u. Petrographie d. Universität Leipzig.

Eingegangen am 28. April 1919.

Über malchitische Spaltung und ihre Bedeutung für die Systematik diaschister Ganggesteine granitodioritischer Magmen.

Von **L. Milch** in Breslau.

Mit 2 Textfiguren.

Vor einer längeren Reihe von Jahren überzeugte mich die Untersuchung eigentümlicher, im Granit des Riesengebirges auftretender Ganggesteine, daß die allgemein angenommene Einteilung der diaschisten Ganggesteine aus der Gefolgschaft granitodioritischer Magmen in eine saure (aplitische) und eine basische (lamprophyrische) Reihe nicht genüge, sondern daß zunächst für die „basischen"

Ganggesteine verschiedene Spaltungstendenzen unterschieden werden müßten. Die schlesischen Gesteine, die zu diesen Erwägungen Veranlassung gaben, erwiesen sich als mineralogisch und chemisch den zuerst aus dem Odenwald beschriebenen Malchiten überaus ähnlich; während diese bis zu meinen Untersuchungen als aplitische Spaltungsprodukte dioritischer Gesteine galten, konnte ich zeigen, daß auch sie „basische" Spaltungsprodukte granitischer Magmen seien und eine chemisch und mineralogisch durch das Austreten der Kalifeldspaltbildner gut charakterisierte Gruppe der diaschisten Ganggesteine bilden, für die ich den Namen Malchit beibehielt. Eine andere Gruppe unter den bisher als „Lamprophyre" oder „basische Reihe" zusammengefaßten Ganggesteinen bilden nach meiner gleichfalls im Jahre 1902 zum ersten Male ausgesprochenen Auffassung die durch Zurücktreten der Plagioklasbildner gekennzeichneten Durbachite, eine dritte die durch Zurücktreten sämtlicher Feldspatbildner zustande kommenden „Lamprophyre" im engeren Sinne. Gleichzeitig machte ich jedoch darauf aufmerksam, daß die aus verschiedenen Magmen auf verschiedenem Wege und mit verschieden hohem Grad der Abspaltung entstehenden Gebilde vielfach zu chemisch und mineralogisch ähnlichen Bildungen führen müssen (Über Malchit und Durbachit und ihre Stellung in der Reihe der Ganggefolgschaft granitodioritischer Tiefengesteine dies. Centralbl. 1902. p. 676—689).

In einer 1913 erschienenen Arbeit: „Über Malchite und verwandte Ganggesteine im Odenwald" (Abh. d. Hess. Geol. Landesanst. zu Darmstadt. **3**. p. 191—258. Darmstadt), kommt B. Sandkühler auf Grund eingehender Untersuchungen für die Odenwälder Gesteine zu dem gleichen Ergebnis, das ich 11 Jahre früher in meinem oben erwähnten Aufsatz von 1902 ganz allgemein für malchitische Ganggesteine mit voller Bestimmtheit ausgesprochen hatte, daß nämlich die Malchite nicht, wie bis zu meiner Arbeit angenommen wurde, aplitische Ganggesteine basischer Magmen, sondern basische Ganggesteine aus der Gefolgschaft granitodioritischer Magmen seien[1]. In einem gewissen

[1] Die Art, in der Herr Sandkühler die Übereinstimmung seiner Ergebnisse mit meiner älteren Arbeit darstellt, ist allerdings etwas ungewöhnlich. Nach einer Besprechung der vorangegangenen Arbeiten von Osann und Chelius und nach einer Schilderung der geologischen Verhältnisse der Malchite des Odenwaldes bezeichnet er es (p. 204) als auffällig, daß in der vierten Auflage von Rosenbusch's Physiographie im Jahre 1907 der „Satz ‚Sämtliche Ganggesteine von malchitischem Habitus gehören zur Gefolgschaft der Diorite und Gabbros' noch zu einer Zeit ausgesprochen werden konnte, wo die genetischen Beziehungen der Odenwälder Gesteine schon genau erforscht waren. Außerdem (!) hat schon L. Milch 6 Jahre vorher darauf hingewiesen, daß die Malchite wohl (!) basische Spaltungsprodukte aus der Gefolgschaft der Granite sind. Milch kam zu

Gegensatz zu meiner Auffassung vertritt er jedoch den Standpunkt, daß die Malchite „unter die Lamprophyre eingereiht werden müssen".

---

dieser Auffassung, ohne die speziellen Lagerungs- und Altersverhältnisse des Odenwaldes näher zu kennen (!), durch den Vergleich der Malchite mit basischen Schlieren (!), die er im Granit des Riesengebirges aufgefunden hatte"; für diese letzte merkwürdige Behauptung verweist er auf meinen vier Jahre jüngeren Aufsatz in der Rosenbusch-Festschrift: „Über Spaltungsvorgänge im granitischen Magma" vom Jahre 1906!

Diese Angaben Sandkühler's sind, soweit sie sich auf mich beziehen, sämtlich unrichtig. Den Malchiten habe ich ihre Stellung unter den basischen Spaltungsprodukten granitischer Gesteine im Jahre 1902 mit voller Bestimmtheit angewiesen — ein Blick auf meinen Aufsatz in diesem Centralbl. 1902. p. 676 ff. kann hierüber niemandem den geringsten Zweifel lassen —, die Malchite des Odenwaldes waren mir durch zahlreiche Exkursionen, Handstücke und Schliffe bekannt, doch erübrigte sich ein näheres Eingehen auf die Altersverhältnisse der Gesteine im Odenwald, da für die Malchite der von Chelius geführte, von mir auf p. 680 wörtlich wiedergegebene Nachweis genügte, daß ein im Granit aufsetzender Luciitgang Einschlüsse von Granit enthält und somit nicht mit dem alten Diorit zusammengestellt werden kann, der denselben Granit als Einschluß enthält. Meine Auffassung über die Natur der Malchite habe ich nicht, wie B. Sandkühler behauptet, durch einen Vergleich der Malchite mit basischen Schlieren aus dem Granit des Riesengebirges erworben, sondern bin, wie schon der erste Satz meiner Arbeit von 1902 zeigt, von basischen dunklen Gängen ausgegangen, die als Ganggesteine den Granit des Riesengebirges durchsetzen. In der Festschrift für Rosenbusch vom Jahre 1906, auf die sich Sandkühler für seine Behauptung beruft, ich hätte die Odenwälder Malchite mit basischen Schlieren aus dem Riesengebirgsgranit verglichen und wäre durch diesen Vergleich (im Jahre 1902!) dazu gelangt, die Malchite als basische Spaltungsprodukte granitischer Magmen anzusprechen, ist von Malchiten oder malchitischer Spaltung überhaupt nicht die Rede. Es ist mir daher völlig unbegreiflich, wieso Herr Sandkühler zu der ganz falschen Darstellung kommt; trotzdem würde ich die Angelegenheit auch jetzt auf sich beruhen lassen, wie ich es bisher getan hatte, wenn nicht Herr Sandkühler, der mein Schweigen offenbar als Zustimmung zu seiner Darstellung aufgefaßt hat, an zwei späteren Stellen die richtige Erkenntnis vom Wesen der Malchite ausdrücklich als von ihm zuerst gefunden und bewiesen für sich in Anspruch nehmen würde. So beginnt er seinen als Ref. d. Verf. bezeichneten Bericht im Geologischen Zentralblatt (Bd. XX p. 164—166, 1914) über seine oben erwähnte Arbeit mit dem Satz: „In dieser Arbeit wird ein eingehender Nachweis geführt, daß die Malchite zu den Lamprophyren zu stellen sind, während man sie bisher für Aplite gehalten hat"; in seiner jüngsten Arbeit: „Der ‚Odinit', ein Beitrag zur petrographischen Systematik" (Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde und der hessischen Landesanstalt für das Jahr 1916, V. Folge, 2. Heft, p. 72 ff.) kommt er sogar zu der Behauptung, er habe in einer früheren Arbeit „nachweisen können, daß die Malchite zu den Abkömmlingen des Granits gehören und einen besonderen Typus granitischer Lamprophyre darstellen" (p. 75), ohne es für

weil sie „einen zweifellos basischen Charakter" zeigen (p. 256); in einer späteren Arbeit, in der er die aus dem Gabbro des Frankensteins im Odenwald beschriebenen sogen. „Odinite" als Salbandbildungen normaler Malchite, mithin auch als lamprophyrische Spaltungsprodukte des Granits bezeichnet, die am besten als dichte Malchite angesehen werden könnten, spricht er von einer normalen lamprophyrischen Spaltung, die „vom Granit über halblamprophyrische Bildungen zum Malchit und von diesem zum Kersantit" verläuft (Der „Odinit". Ein Beitrag zur petrographischen Systematik. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde und der Geol. Landesanst. zu Darmstadt für das Jahr 1916. V. Folge. 2. Heft. p. 72 ff., bes. p. 113). Diese Auffassung veranlaßt mich, auf das Wesen und die Stellung der Malchite im System etwas näher einzugehen.

Wenn es sich für die Malchitfrage lediglich darum handeln würde, daß im Odenwald granitische Lamprophyre irrtümlich als dioritische Aplite angesprochen worden wären, so hätte die ganze Angelegenheit nur eine untergeordnete lokale Bedeutung, und Sandkühler scheint trotz der großen Ausführlichkeit, mit der er die Frage behandelt hat, die allgemeine Bedeutung nicht anzuerkennen, da er eine Besprechung der Rosenbusch'schen Auffassung der Lamprophyre mit der Behauptung schließt: „Dieser Definition lamprophyrischer Gesteine entsprechen die sämtlichen vorliegenden Analysen von Malchiten voll und ganz" (p. 240). Wenn das richtig wäre, so wäre es unbegreiflich, daß gerade Rosenbusch die Malchite nicht zu den Lamprophyren, sondern zu den aplitischen Ganggesteinen gestellt hat — schon dieser Umstand hätte Sandkühler darauf aufmerksam machen müssen, daß die Verhältnisse nicht so einfach liegen. Es ist doch kaum denkbar, daß Rosenbusch ein ihm genau bekanntes Gestein in seinem eigenen System an einen falschen Platz gestellt habe, wenn es einem anderen ohne weiteres, d. h. ohne Änderung des Systems oder ohne Erweiterung des Rosenbusch'schen Begriffs „Lamprophyr" möglich sein sollte, dieses Gestein richtig unterzubringen. Als Rosenbusch seine grundlegende neue Entdeckung der Abhängigkeit der Ganggesteine von der chemischen Zusammensetzung der Tiefengesteine systematisch

nötig zu finden, meinen Aufsatz von 1902, der diesen Beweis mit aller Bestimmtheit erbringt, im Text oder im Literaturverzeichnis überhaupt zu erwähnen.

Mir liegt selbstverständlich gar nichts daran, meine zweifellose Priorität Herrn Sandkühler gegenüber zu vertreten, auf die schon O. H. Erdmannsdörffer in seinem Referat über die Arbeit Sandkühler's im Neuen Jahrbuch f. Min. etc. aufmerksam gemacht hat (1915. I. p. 58); ich möchte nur gegen ein derartiges Beiseiteschieben älterer Arbeiten im allgemeinen Interesse Einspruch erheben.

zur Geltung brachte, versuchte er dies für die Spaltungsgesteine unter Verwertung der naturphilosophischen Begriffe der Polarität und der Steigerung, die auch in Goethe's naturwissenschaftlichen Anschauungen eine herrschende Rolle spielen; die auf Rosenbusch fußende fortschreitende Erkenntnis zeigt nun aber, daß man mit der Polarität nicht auskommt, und gerade diesem Nachweis war mein Aufsatz gewidmet.

Diese Entwicklung ließ sich für die Ganggesteine mit Bestimmtheit erwarten, nachdem man die magmatischen Spaltungsvorgänge überhaupt etwas näher kennen gelernt hatte: es liegt doch gar kein Grund vor, für die Ganggesteine, um die Rosenbusch'sche Darstellungsweise beizubehalten, eine untrennbare Gruppierung der Kerne (K Na) $AlSi_2$, $CaAl_2Si_4$, Si und RSi in der Weise anzunehmen, daß die drei ersten dem Kern RSi gegenüber in den Ganggesteinen eine Einheit bilden sollten, während sie sich zur Entstehung der Magmen aus einem Urmagma und der Partialmagmen in einem Tiefengesteinsmassiv nachweislich viel freier gruppieren und bis zum unbedingten Vorwiegen eines einzelnen Kernes trennen können. (Natürlich bleibt es sich für diese Erwägungen ganz gleich, ob man sich der Rosenbusch'schen Kerne, der einzelnen Mineralbildner oder der Osann'schen Formeln bedient.) Die Malchite zeigen gegenüber dem Granit, aus dessen Magma sie sich abgespalten haben, eine starke Zunahme der Kerne $CaAl_2Si_4$ und RSi, ein Zurücktreten des Kernes $KAlSi_2$, während sich $NaAlSi_2$ abweichend verhält und unabhängig von $KAlSi_2$ seinen Weg geht, in Verbindung mit einem Zurücktreten des Si — sie passen somit nicht in den Lamprophyrbegriff Rosenbusch's, solange man mit Rosenbusch für diese ein Zurücktreten der feldspatbildenden Kerne und ein starkes Anwachsen der tonerdefreien Kerne annimmt, wie er dies mehrfach deutlich und bestimmt ausspricht (Physiographie. II 1, p. 489, 1907; Elemente. p. 287, 1910). Aber selbst wenn es möglich wäre, die Malchite in den Lamprophyrbegriff Rosenbusch's hineinzuzwingen, so würde dies gar nichts gegen meine Auffassung beweisen: meine Darlegungen sollten ja gerade zeigen, daß die „Lamprophyre" Rosenbusch's einer grundsätzlichen Zerlegung bedürfen. Auch strukturell entsprechen im Gegensatz zu der Angabe Sandkühler's die Malchite nicht Rosenbusch's Lamprophyren: bei diesen „liefern die farbigen Gemengteile die Einsprenglinge, der Feldspat verbleibt in der Grundmasse" (Elemente. p. 286), während Sandkühler Malchite von etwas „porphyrischem Charakter" beschreibt, bei denen „Feldspateinsprenglinge oft in Form von warzigen Erhebungen ... der ganzen Oberfläche ein rauhes Äußere geben" (p. 218). Aber auch wenn man von diesen Beobachtungen absehen wollte, kann ich mir für meine Auffassung einen stärkeren, sinnfälligeren Beweis, als die Tatsache, daß Rosenbusch die Unterschiede zwischen „Malchit

und „Lamprophyr" lebhaft genug empfunden hat, um die Malchite nicht zu den Lamprophyren, sondern zu den Apliten zu stellen, gar nicht denken.

Wenn nun die Malchite nach Rosenbusch nicht zu den Lamprophyren, nach meinen Darlegungen, denen sich Sandkühler angeschlossen hat, nicht zu den Apliten gehören, so bleiben meines Erachtens zwei Möglichkeiten: man muß entweder den Rosenbusch'schen Begriff „Lamprophyr" erweitern, oder man muß die „Polarität" aufgeben und neben aplitischen und lamprophyrischen noch andere Tendenzen der zu Ganggesteinen führenden Spaltungen anerkennen. Sandkühler hat tatsächlich trotz seiner Behauptung, daß die Malchite der Rosenbusch'schen Definition „voll und ganz" entsprechen, den ersten Weg beschritten, indem er zunächst die beiden von ihm anerkannten, von mir 1902 aufgestellten neuen Gruppen der Malchite und Durbachite als „zwei diametral entgegengesetzte Glieder der lamprophyrischen Spaltungsreihe" auffaßt, „welche durch die bisher bekannten Lamprophyre in mannigfacher Weise verbunden sind" (p. 243), wobei er ihr Verhältnis durch eine Figur erläutert, die vollständig mit meiner Zeichnung und meinen Darlegungen (p. 687, 689) übereinstimmt. Von der Unmöglichkeit, mit einer einheitlichen Spaltungsreihe der lamprophyrischen Gesteine (im alten umfassenden Sinne) auszukommen, hat sich jedoch auch Sandkühler bei weiteren Untersuchungen über malchitische Gesteine selbst überzeugen müssen: In seiner Arbeit über die „Odinite", die er als „dichte Malchite" bezeichnet, unterscheidet er, wie oben erwähnt, eine normale Spaltung, die „über halblamprophyrische Bildungen zum Malchit und von diesem zum Kersantit" führt, von einer anormalen, die über den Malchit zum „Odinit" führt (p. 113). Die von ihm konstruierte „Kurve der lamprophyrischen Spaltung" im Osann'schen a c f-Dreieck (Fig. 1) zeigt für die „normale Spaltung" eine höchst eigentümliche scharfe Rückwärtskrümmung vom Malchit zum Kersantit und eine Gabelung dieses Astes zur Minette, während die „anormale Reihe" Malchit—„Odinit" sich dem Stück Granit—Malchit der „normalen" Kurve ohne jede Unterbrechung oder Knickung anschließt. Ist schon die Rückwärtskrümmung der Kurve Granit—Malchit—Kersantit der Annahme einer Zugehörigkeit des Malchits und des Kersantits zu einer und derselben Spaltungsreihe wenig günstig, so zeigt erst recht die „fast geradlinige Fortsetzung" des Kurvenastes Granit—Malchit über die basischeren Typen des Malchit zum „Odinit", daß die zur Malchitbildung führende Tendenz eben eine andere ist, als die Spaltung, die die typischen Kersantite erzeugt, und dies tritt jetzt schon deutlich hervor, obwohl unter der Sammelgruppe der „Kersantite" gegenwärtig noch zahlreiche durch malchitische Tendenz entstandene Gesteine enthalten sind. In der auf p. 139 wiedergegebenen Zeichnung Sandkühler's bedeutet 1 den Granit vom Melibokus (Odenwald).

2 den Glimmermalchit vom Melibokus, 3 das Mittel aus allen Analysen der Odenwälder Malchite, 4 das Mittel aus den von Rosenbusch angeführten Kersantittypen, 5 Hornblendekersantit, Stengerts bei Aschaffenburg (Spessart), 6 Mittel aus allen von Rosenbusch angeführten Minettetypen, 7 den grobkörnigen, basischen Malchit vom Melibokus, 8 das Mittel aus allen vom Frankenstein (Odenwald) bekannt gewordenen Odiniten und 9 den Nadeldiorit vom Kaasberg bei Wegscheid (Bayr. Wald); zu einer viel naturgemäßeren Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse kommt man in dieser Projektion unter Ver-

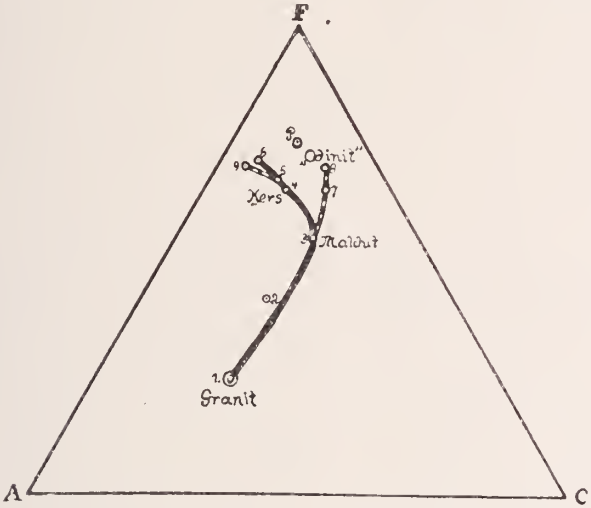


Fig. 1. Sandkühler's „Kurve der lamprophyrischen Spaltung"

zicht auf die durchaus hypothetische gegabelte „Kurve der lamprophyrischen Spaltung" durch die einfache Feststellung, daß Glimmermalchit, die Malchite und die „Odinite" des Odenwaldes auf einer nahezu geraden Linie liegen, also verschieden stark entwickelte Glieder der gleichen Spaltungstendenz des Melibokus-Granits sind (unter der Voraussetzung, daß man sich für die „Odinite" der Auffassung Sandkühler's anschließt), während die Durchschnittswerte der Kersantite (4) und Minetten (6) ebenso wie der Hornblendekersantit des Stengerts ihren Platz unmittelbar neben der von 1 nach dem F-Punkt des Dreiecks führenden Linie finden, die eine ideale, durch Zurücktreten aller Feldspatbildner zu Gunsten der farbigen Gemengteile charakterisierte Spaltungstendenz darstellt (lamprophyrische Tendenz s. str.). Trotzdem will Sandkühler durchaus an der Polarität der „basischen" und der „sauren"

Spaltungsprodukte festhalten: meines Erachtens läßt sich eine solche Zweiteilung sogar bei der Beschränkung auf die Abkömmlinge eines ganz bestimmten Stammagmas nicht aufrecht erhalten, wenn man nicht letzten Endes wieder auf den Kieselsäuregehalt als oberstes Einteilungsprinzip zurückgreifen will.

An einer anderen Stelle wurde mikroskopisch und chemisch der Nachweis erbracht, daß in dunklen („basischen") Konkretionen des Riesengebirgsgranits die Menge des SiO_2 ganz unabhängig von dem eigentlichen Spaltungsvorgang sein kann (Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges, Erster Teil. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XII. p. 115 ff., bes. p. 208—222. 1898). Es führt, wie an der angegebenen Stelle und in der Festschrift für Rosenbusch dargetan wurde (p. 172 ff.), unter den „basischen" Konkretionen eine Reihe, beginnend mit der Schliere von den Höhen westlich von Arnsdorf mit 56,3 % SiO_2, die Quarz nur spärlich in kleinen allotriomorphen Körnchen enthält, über Schlieren mit unregelmäßig lappigen Quarzkörnern (Hain) und über solche, in denen sich Quarz örtlich zu einem Grundteig zusammenschließt (Abruzzen bei Cunersdorf), zu Gebilden, in denen Quarz eine Art zusammenhängenden Gerüstes bildet (Vorderberg bei Lomnitz mit 68,9 % SiO_2), und schließlich zu Schlieren, in denen Biotit, Hornblende und Plagioklas isoliert in einer autallotriomorphen Masse von Quarzkörnern schwimmen (Bärndorf bei Schmiedeberg mit 72,1 % SiO_2). Sieht man vom Quarz ab, so stehen sich alle diese Gebilde mineralogisch und strukturell überaus nahe — die Vorkommen von Arnsdorf und Vorderberg enthalten $Fe_2O_3 + FeO$, MgO, CaO, Na_2O, K_2O in gleichem Verhältnis und unterscheiden sich nur durch den SiO_2-Gehalt, der sich somit für den Spaltungsvorgang in diesem Falle als unerheblich erweist. Durch derartige Erwägungen werden sogar bestimmte Granitvarietäten erst verständlich, die sich trotz hohen SiO_2-Gehaltes (73,3 % und 74,5 %) durch ihren Reichtum an Plagioklas und Biotit auszeichnen, wie ich sie aus der Umgegend von Proschwitz im Isergebirge (westlich von Gablonz) beschrieben habe, und deren chemische Verwandtschaft mit dunklen Schlieren in der Festschrift (p. 143 ff.) ausführlich nachgewiesen wurde. Gerade aus diesem Grunde sind für das Verständnis von Spaltungsvorgängen die Osann'schen Formeln besonders gut geeignet: sie ergeben für

	s	a	c	f	k
Durchschnitt Riesengebirgsgranit .	77,22	9,0	4.5	6,5	1,63
Granit, Fuchsberg bei Proschwitz .	79.28	4,7	5.9	9,4	2.13
Granit, Bahnhof Proschwitz . . .	76,35	4,2	6,3	9,5	2,46
dunkle Schliere Proschwitz . . .	60.29	3,1	5,4	11,5	1,05
dunkle Schliere Arnsdorf	60,66	3,5	6,6	9.9	1.05

Es ist daher nicht möglich, bei Spaltungsvorgängen als Hauptgruppen „saure“ (d. h. kieselsäurereiche) und „basische“ (d. h. kieselsäurearme) Spaltungsgesteine zu unterscheiden, wie es Sandkühler tut, indem er sich gegen meine Trennung der Malchite von den Lamprophyren wendet. Es gibt eben in jeder der verschiedenen Spaltungsreihen basische und saure Glieder, und ein Versuch, einerseits die sauren, andererseits die basischen Teile der verschiedenen Spaltungsreihen zu zwei sich polar entgegenstehenden Hauptgruppen zusammenzufassen, führt zu den gleichen Unzuträglichkeiten, die B. v. Cotta's hochbedeutsame Einteilung der Eruptivgesteine auf petrogenetischer Grundlage durch die gleichzeitig durchgeführte Zerlegung der Vulkanite und Plutonite in Basite und Acidite zur Wirkungslosigkeit verurteilt haben (vgl. Fortschritte der Mineralogie. 4. p. 230, 232. 1914). Die Behauptung Sandkühler's, daß „der basischere Pol der Spaltungsreihe der Eruptivgesteine“ auch ohne Zurücktreten der feldspatbildenden Kerne auf dem Wege der Malchite erreicht werden könne, beweist eben nur, daß seine Auffassung des „basischeren Pols“ unhaltbar ist: will man überhaupt von einem „basischen Pol“ reden, so kann dieser zweifellos nur der eindeutige Punkt F des Osann'schen Dreiecks sein, und zu diesem gelangt man nur durch Zurücktreten des SiO_2 und der feldspatbildenden Kerne, also auf dem Wege, für den ich im Sinne Rosenbusch's die Bezeichnung „lamprophyrische Spaltung“ allein anzuwenden vorgeschlagen habe.

Daß eine Zweiteilung der diaschisten Ganggesteine nicht auf den Kieselsäuregehalt begründet werden darf, hatte auch Brøgger schon im Jahre 1898 als Grund gegen L. V. Pirsson's Vorschlag, die Gruppe der aplitischen Ganggesteine „Oxyphyre“ zu nennen, deutlich ausgesprochen: er führt aus, daß die Gruppe der aplitischen Ganggesteine „gar nicht ausschließlich saure komplementäre Glieder umfaßt, sondern auch solche, die relativ zum Muttermagma basischer sind. Charakteristisch ist, wie schon Rosenbusch mit Recht hervorgehoben hat, der relative Reichtum ‚an den feldspatbildenden Kernen‘, d. h. an Kalk-Tonerde-Silikaten oder Alkali-Tonerde-Silikaten (Feldspäten, aber auch Nephelin, Sodalith etc.); diese Hauptgruppe umfaßt deshalb ebensowohl intermediäre, ja sogar oft ganz basische, als saure Gesteine“. (Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. III. Das Ganggefolge des Laurdalits. Videnskabsselskabets Skrifter. I. 1897. No. 6. p. 263. Kristiania 1898). Sein Vorschlag, melanokrate und leukokrate Ganggesteine zu unterscheiden, bedeutet eine entschiedene Verbesserung und gestattet vom deskriptiven Standpunkt die meisten diaschisten Ganggesteine in eine der beiden Gruppen unterzubringen; aber diese beiden Gruppen sind, „obwohl gut charakterisiert, doch kaum scharf getrennt, sondern wahrscheinlich durch Übergänge verbunden“ (a. a. O. p. 264) und

fassen nach ihrem Wesen, d. h. nach der Natur der Spaltungsvorgänge, ganz verschiedene Gebilde zusammen, wie die weitere Zerlegung der melanokraten Ganggesteine in ferroplethe, calcioplethe und alkaliplethe zeigt. Für die Malchite genügt aber auch diese Einteilung nicht: weder bei den calcioplethen noch bei den alkaliplethen melanokraten Ganggesteinen würden ihre charakteristischen Eigentümlichkeiten zur Geltung kommen, auch wenn man sie als natriopleth im Gegensatz zu den kalioplethen Durbachiten bezeichnen wollte. Es gibt eben mehr als zwei Tendenzen der Spaltung auch unter den Ganggesteinen, und ein Hineinzwängen in zwei Hauptgruppen entspricht nicht den natürlichen Verhältnissen. Ich kann somit nur an meinem Vorschlage festhalten, nach dem Austreten der Kalifeldspatbildner, der Plagioklasbildner und der gesamten Feldspatbildner drei durch Übergänge verknüpfte Haupttendenzen der Spaltungsvorgänge zu unterscheiden, die ich vorläufig Malchittendenz, Durbachittendenz, Lamprophyrtendenz (in besonderem Sinne) genannt habe, ohne auf die Namen besonderes Gewicht zu legen. Durch die Anerkennung der Malchittendenz und der Durbachittendenz wird der scharfe Unterschied zwischen „basischen" (lamprophyrischen nach Rosenbusch) und „sauren" (aplitischen) und ebenso zwischen „melanokraten" und „leukokraten" Spaltungsgesteinen aufgehoben: malchitische und durbachitische Gesteine können feldspatreich und somit durch Übergänge mit feldspatreichen, an farbigen Gemengteilen armen „aplitischen" Spaltungsgesteinen verbunden sein — die erzwungene „Polarität" der Spaltungsprodukte verschwindet.

Eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse auf chemischer Grundlage begegnet großen Schwierigkeiten. Die Osann'schen Formeln sind hier ohne weiteres nicht zu benützen, da Veränderungen im Plagioklasgehalt selbstverständlich nicht restlos in dem Osann'schen Werte c zum Ausdruck gelangen können. Ein Austritt von Kalifeldspat muß zwar ein Sinken von a zur Folge haben, aber in dem Werte a bleibt natürlich der entsprechende Anteil des Glimmers und besonders der Albitgehalt der Plagioklase übrig, und somit kann ein durch Austreten von Kalifeldspat erzeugtes Ansteigen der Plagioklase ein Ansteigen nicht nur von c, sondern auch von a zur Folge haben. Eine Trennung des Wertes A in A_k und A_{na} und eine Gruppierung in a_k einerseits und a_{na} andererseits verbietet sich wegen des Kaligehalts des Biotites sowie wegen des Natrongehaltes der „Orthoklase". Für eine graphische Darstellung kann man auf die mineralogische Zusammensetzung zurückgehen, nach dem Vorbilde des Osann'schen Dreiecks die drei Ecken mit den Werten Kf (Kalifeldspat), Pg (Plagioklas) und Fb (farbige Gemengteile) besetzen und die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins nach dem Muster der

Osann'schen Formeln für die graphische Darstellung durch entsprechend gebildete mineralogische Formeln ausdrücken; der besonders für Pg empfindlich zur Geltung kommende Übelstand, daß alle drei Werte keine konstante chemische Zusammensetzung ausdrücken, läßt sich nicht vermeiden — doch soll diese Art der Darstellung auch nur zur Veranschaulichung der wechselseitigen Beziehungen, nicht etwa, wie die Osann'schen Formeln, dem direkten Vergleich verschiedener Gesteine zu systematischen Zwecken dienen.

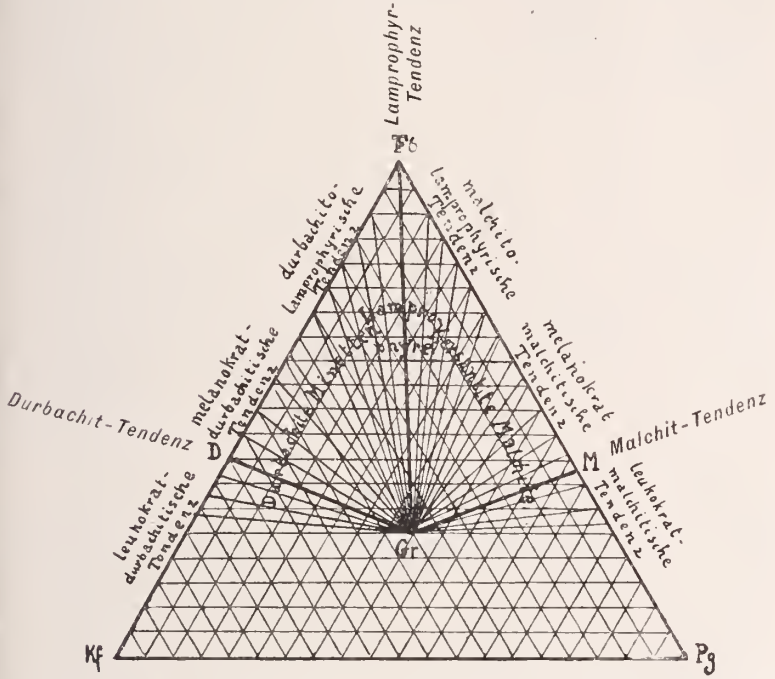


Fig. 2. Spaltungstendenzen und diaschiste Ganggesteine für ein granitisches Magma von der Zusammensetzung Kf7 Pg8 Fb5.

In einem derartigen Dreieck vermag man selbstverständlich in Strenge nur die Spaltungstendenzen für ein bestimmtes granitodioritisches Gestein zum Ausdruck zu bringen: der Ausgangspunkt der drei Linien ist abhängig von dem Verhältnis Kf : Pg : Fb in dem Hauptgestein. Von diesen drei Linien hat ferner nur die „Lamprophyrtendenz" für alle granitodioritischen Magmen in der Ecke Fb ein bestimmtes gemeinsames Endziel: die Endpunkte für die Malchittendenz und für die Durbachittendenz liegen auf den Dreieckseiten Pg—Fb und Kf—Fb, der Punkt aber, nach dem diese Linien laufen, ist wieder abhängig von dem entsprechenden Verhältnis des Stammagmas.

Für ein Gestein Gr von der Formel Kf 7, Pg 8, Fb 5 würde der malchitische Pol bei Pg $12\frac{1}{2}$ Fb $7\frac{1}{2}$, der durbachitische bei Kf 12 Fb 8 liegen; die Spaltungen würden selbstverständlich nicht nur den Linien GrM und GrD sowie GrFb folgen, sondern alle möglichen Zwischenlagen einnehmen und auch unterhalb GrM und GrD verlaufen können, aber für jedes Spaltungsprodukt des gerade vorliegenden Magmas wird durch Einzeichnung des entsprechenden Punktes der Sinn der Spaltung und der Grad der Spaltung mineralogisch eindeutig gegeben. Die merklich unterhalb GrM (resp. GrD) liegenden Punkte würden leukokrat malchitische (leukokrat durbachitische) Tendenzen bezeichnen, die diesen Linien benachbarten Punkte Produkte der malchitischen (durbachitischen) Spaltung angeben, auf Linien, deren Ziel sich mehr dem Fb-Punkt nähert, müssen melanokrat malchitische (melanokrat durbachitische) Spaltungen ihren Platz finden; weiter nach der GrFb-Linie würden sich die lamprophyrischen Spaltungen anschließen, die sich wieder in malchito-lamprophyrische, rein lamprophyrische und durbachito-lamprophyrische zerlegen lassen. Je weiter ein Punkt von dem Ausgangspunkt entfernt ist, desto deutlicher trägt er die Züge des „basischen" Ganggesteins, je näher er ihm liegt, desto mehr nähert sich das Gestein den „Zwischengliedern von granitporphyrischem Habitus", auf deren Vorkommen mit Malchiten im Riesengebirge ich wiederholt (a. a. O. p. 676: Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 56. p. 151. 1904) aufmerksam gemacht habe.

Auf ein ganz anderes Gebiet führt die Frage, inwieweit derartige Erwägungen für die Gesteinssystematik verwendet werden können; zu starke Spezialisierungen müssen selbstverständlich vermieden werden, und andererseits müssen zu einer Gruppe vereinigte Gesteine chemisch und mineralogisch nahe Beziehungen erkennen lassen. In diesem Sinne möchte ich die alten Sammelgruppen der Kersantite und Minetten[1] durch die neuen

[1] Als solche habe ich sie ausdrücklich schon früher bezeichnet und darauf hingewiesen, daß beispielsweise als Minette im System zusammengefaßt werden: alle in älterem Sinne „basischen" Ganggesteine, die durch mäßig starke lamprophyrische Differenzierung plagioklasarmer Kalifeldspatgesteine entstanden sind, ferner stärker im lamprophyrischen und durbachitischen Sinne entwickelte Differentiationsprodukte der gleichen Magmengruppe, sowie durbachitische Spaltungsprodukte plagioklasreicherer Gesteine (Monzonite und Granodiorite) und dioritischer Magmen. Um so unverständlicher ist mir daher der von Sandkühler gegen meine Auffassung erhobene Einwand: „Übrigens zeigen auch Kersantite und Vogesite häufig ganz malchitisches Verhalten, indem sie durch Anreicherung der Tonerde oder durch Verschiebung des Alkaliverhältnisses zugunsten des Natrons sich mehr und mehr den Malchiten nähern. Trotzdem sich bei solchen Gesteinen keine Tendenz zur Bildung feldspatfreier Endglieder

Sammelgruppen Malchite und Durbachite entlasten und gleichzeitig den Begriff Lamprophyr (im engeren Sinne) für die seltenen, stark melanokraten Minetten und Kersantite einschieben — für die Systematik genügt es, nur die deutlich differenzierten Gebilde, die sich sehr merklich von der Zusammensetzung des Hauptgesteins unterscheiden, mit besonderen Namen zu belegen, während für das Studium der Spaltungsvorgänge selbstverständlich auch die schwach differenzierten ihren bestimmten, Art und Grad des Spaltungsvorgangs zum Ausdruck bringenden Platz beanspruchen. Sammelgruppen bleiben auch die hier vorgeschlagenen Gruppen — dies läßt sich für die Systematik der Spaltungsgebilde überhaupt nicht vermeiden, da man im System neben dem tatsächlichen mineralogischen (und chemischen) Bestand die Tendenz der Spaltung nur im Großen zum Ausdruck bringen kann, aber die Sammelgruppen werden verkleinert, die Tendenz kommt in vielen Fällen zwar nur indirekt, aber doch besser zur Geltung, und die scharfe Grenze zwischen „basischen" und „sauren" Spaltungsprodukten, die tatsächlich nicht besteht, wird durch die Abteilungen der leukokraten Malchite und der leukokraten Durbachite beseitigt. Die in das Dreieck (Fig. 2) eingeschriebenen Namen geben eine Vorstellung von dem ungefähren Bereich dieser Sammelgruppen.

Es würden somit umfassen:

die **Gruppe der Malchite** plagioklasreiche, quarzfreie bis quarzarme Ganggesteine mit farbigen Gemengteilen, zerlegbar in
leukokrate Malchite (farbige Gemengteile zurücktretend. Übergang zu alsbachitischen Apliten),
Glimmermalchite (wesentlich aus Plagioklas und Biotit bestehend),
Malchite s. str. (wesentlich aus Plagioklas und Hornblende aufgebaut):

die **Gruppe der Kersantite** aus farbigen Gemengteilen mit Plagioklas aufgebaute Spaltungsgesteine (auch Kalifeldspat führend), zerfallend in

geltend macht und obwohl sich bei solchen die Al-freien Kerne nicht anreichern, wurden sie doch als Lamprophyre bezeichnet in der Erwägung, daß sie basische Abkömmlinge eines sauren Eruptivgesteins sind" (p. 240). Daß malchitische (und durbachitische) Gesteine (von den Malchiten des Odenwaldes abgesehen) vielfach zu Kersantiten und Vogesiten gestellt werden mußten, solange man eben nur die von Sandkühler festgehaltene Zweiteilung in basische und saure Spaltungsprodukte kannte, ist doch wirklich nicht wunderbar und ebensowenig ein Grund gegen die Erkenntnis, daß hier verschiedene Spaltungstendenzen vorliegen, wie der Umstand, daß die Sammelgruppen der Kersantite (Spessartite) und Minetten (Vogesite) aus praktischen Gründen für die Systematik nach meinem Vorschlage auch weiter beibehalten werden sollen.

Kersantite s. str. (mit vorwiegendem Biotit, begleitet von Hornblende und Augit).

Spessartite (mit vorwiegender Hornblende);

die **Gruppe der Lamprophyre** s. str. melanokrate Kersantite, Spessartite, Vogesite, Minetten;

die **Gruppe der Minetten** aus farbigen Gemengteilen mit Kalifeldspat aufgebaute Ganggesteine (auch Plagioklas führend), eingeteilt in

Vogesite (mit vorwiegender Hornblende, auch Diopsid führend),

Minetten s. str. (mit vorwiegendem Biotit, gewöhnlich auch Amphibol und Diopsid enthaltend);

die **Gruppe der Durbachite** kalifeldspatreiche, quarzfreie bis quarzarme Ganggesteine, vorläufig noch nicht weiter gegliedert: leukokrate Durbachite würden den Übergang zu aplitischen Gesteinen vermitteln.

In allen diesen Ganggesteinen tritt erfahrungsgemäß der Siliciumkern zurück: in diesem Sinne könnte man sie als „basische" im Sinne von quarzarm bis quarzfrei bezeichnen, aber man muß sich bewußt bleiben, daß hierin nicht das Wesen der Gesteine ausgedrückt ist. Mit der gleichen Bestimmtheit muß betont werden, daß in den aus praktischen Gründen für die Systematik nötigen Sammelgruppen sowohl aus verschiedenen granodioritischen Magmen hervorgegangene wie auch durch verschiedene Spaltungstendenzen und verschiedenen Grad der Differenzierung entstandene Gesteine vereinigt sind. Man kann daher zweifeln, ob es richtig ist, einem Teil dieser Sammelgruppen, den Malchiten, Lamprophyren und Durbachiten, Namen zu geben, die bestimmten Tendenzen zukommen; es ist hier geschehen, um neue Namen zu vermeiden. Eine gewisse Berechtigung für dieses Vorgehen kann man daraus herleiten, daß systematisch ja wesentlich stark differenzierte Gebilde in Betracht kommen, und daß durch ausgesprochen malchitische Spaltung stets plagioklasreiche, durch stark lamprophyrische stets feldspatarme, und durch deutliche durbachitische Spaltung stets kalifeldspatreiche Gesteine entstehen müssen, mithin die entstehenden Gebilde tatsächlich den Malchiten, Lamprophyren und Durbachiten der vorgeschlagenen systematischen Einteilung der Ganggesteine granitodioritischer Magmen entsprechen. Eine durchgreifende Neubenennung der diaschisten Ganggesteine kann einer systematischen Durcharbeitung der Gruppe der diaschisten Ganggesteine vorbehalten bleiben, für die die tatsächlichen Grundlagen noch bei weitem nicht ausreichen; zunächst kommt es darauf an, über die Tendenzen der Spaltungsvorgänge Klarheit zu gewinnen.

Eocäne Schildkröten von Messel bei Darmstadt.

Von **Hermann L. F. Harrassowitz** in Gießen.

Aus der bituminösen Schieferkohle von Messel bei Darmstadt sind bisher eine Reihe von Fossilien bekannt geworden, die z. T. eine genaue Bearbeitung erfahren haben. Trotzdem war die Altersstellung lange unklar geblieben. Erst Haupt beschrieb 1911 *Propalaeotherium* cf. *Rollinati* und konnte damit an Stelle des vorher angenommenen untermiocänen Alters eocänes setzen. *Pr. Rollinati* kommt im mittleren Lutetien vor. Der weitere von Haupt angegebene Fund eines Nagers *Plesiarctomys* war in gleichem Sinne verwertbar. Unter Verwendung der Angaben Haupt's läßt sich folgende Fossilliste von Messel geben:

Lepidosteus Straussi Kkl. } Ganoidfische.
Amia Kehreri Andr. }
Lacerta sp., eine Eidechse,
Testudo sp. } Schildkröten,
Trionyx messelianus v. Rein. }
Diplocynodon Ebertsi Ludw. } Krokodile,
„ *Darwini* Ludw. }
Rhynchaeites messelensis Wtch., ein den Ralliden verwandter Sumpfvogel,
Palaeochiropteryx tupaiodon und *Spiegeli* Rev. } Fledermäuse,
Archaeonycteris trigonodon Rev. }
Plesiartomys sp., ein Nager,
Propalaeotherium cf. *Rollinati* Stehlin, ein Perissodactyle,
Cryptopithecus macrognathus Wtch., ein Halbaffe.

Die häufigsten unter diesen sind Ganoidfische, Krokodile und Schildkröten.

Von den Schildkröten lagen bisher nur verhältnismäßig wenig Reste vor, die durch v. Reinach einer Bearbeitung unterzogen worden waren. Inzwischen ist aber durch die umsichtigen Bemühungen des Direktors der Gewerkschaft Messel Herrn Dr. Spiegel neben vielen anderen Fossilien ein umfangreiches Material von Schildkröten geborgen worden. Herrn Dr. Spiegel bin ich für die Überlassung des Materiales zur Bearbeitung zu großem Danke verpflichtet. Weitere Reste, darunter die Originale v. Reinach's, wurden mir aus der Sammlung des Senckenbergischen Museums durch die Freundlichkeit von Herrn Prof. Drevermann zur Verfügung gestellt. Infolge des Krieges konnte die begonnene Bearbeitung nicht fortgeführt werden. Da ich in absehbarer Zeit nicht mit dem Abschluß meiner Untersuchungen rechnen kann, gebe ich eine Darstellung der bisherigen Ergebnisse, die immerhin schon

beachtenswert sind. Ich beschränke mich dabei fast nur auf die Beschreibung der Rückenpanzer, weil sie bei dem größten Teil der fossilen Schildkröten erhalten und bei dem jetzigen Zustand unserer Kenntnisse für einen Vergleich verschiedener Arten ausschlaggebend sind.

Folgende Schildkröten waren bisher von Messel bekannt:

Trionyx messelianus v. Rein., 1 gut erhaltenes Exemplar,
Trionyx cf. *gergensis* H. v. Meyer, 1 sehr schlecht erhaltenes Exemplar,
Testudo sp.

Nach dem mir vorliegenden Material ergibt sich folgendes:

Trionyx messelianus v. Rein. in 12—14 mehr oder weniger gut erhaltenen Exemplaren, z. T. mit vollständigem Skelett,
Trionyx Lepsii n. sp. in 3 Exemplaren mit Teilen des Innenskeletts,
Trionyx cf. *gergensis* v. Rein. ist zu streichen,
Anosteira n. sp. in 7 Exemplaren, mit wohl mindestens mehreren Varietäten,
Testudo sp. in 3 Exemplaren.

Vollständig untersucht ist der Panzer von *Trionyx Lepsii*, für *Tr. messelianus* sind die Beziehungen zu den bekannten Trionychiden untersucht, dasselbe gilt für *Anosteira*, *Testudo* ist noch nicht näher untersucht.

Anosteira n. sp.

Zu dieser neuen Art gehören die v. Reinach *Trionyx* cf. *gergensis* zugewiesenen sehr schlecht erhaltenen Reste, wie eine Untersuchung der Originalstücke ergab. Die trionychidenähnliche Verzierung, die nur etwas zierlicher ist, gab Anlaß zu der Verwechslung, die v. Reinach unterlaufen war. Außer diesen liegen mir sieben neue Exemplare vor, die z. T. Innenskelett, Extremitäten, Schädel- und Schwanzreste außer Carapax und Plastron aufweisen. Ob alle Exemplare derselben Art angehören, ließ sich noch nicht entscheiden. Zum mindesten werden mehrere durch Größe und Ausbildung der Schilder verschiedene Varietäten derselben Art vorliegen. Eine recht vollständige Schilderung der interessanten Gattung wird später möglich sein. Von dem europäischen Festlande ist sie überhaupt noch nicht bekannt geworden. Aus englischem Unteroligocän sind wenige, schlecht erhaltene Reste von einer *Anosteira anglica* beschrieben worden (Lydekker, Cat. foss. Rept. III. p. 143, Fig. 34, 35). Hay (1908, p. 225) machte aber wahrscheinlich, daß diese Art besser zu *Pseudotrionyx* Dollo zu stellen wäre, einer Gattung aus dem Bruxellien Belgiens, deren nähere Stellung noch recht ungewiß ist. Am besten bekannt ist

Anosteira aus dem nordamerikanischen Eocän, ohne daß eine spezifische Verwandtschaft bisher festgestellt werden konnte. Freilich fehlt dort jede Kenntnis des Schädels und der Gliedmaßen. Meine Exemplare zeigen deutlich, wie an den Fingern 1—3 der Vorderfüße drei Krallen vorhanden sind, während an den Fingern 4 und 5 eine außerordentlich starke Verlängerung der Phalangen eingetreten ist. Eine ähnliche funktionelle Änderung zur Flosse zeigt die in der Jetztzeit auf Neu-Guinea vorkommende *Carettochelys*. Herr Prof. Versluys[1], dem in Gießen ein Exemplar dieser Form zur Bearbeitung vorliegt, wies mich freundlicherweise darauf hin. Schon Siebenrock gab 1913 an, daß *Anosteira*, die nur unvollkommen bekannte *Pseudotrionyx* und *Carettochelys* in stammesgeschichtlichem Zusammenhang stehen. Welches freilich die systematische Stellung der drei Formen ist (*Anosteira* wurde zu den Dermatemydidae, die beiden anderen aber zu den Trionychiden gestellt) möge dahingestellt bleiben und ist zunächst für geologische Schlüsse ohne Bedeutung. Jedenfalls wird aber durch den Nachweis der altertümlichen Gattung die von Haupt gegebene Altersdeutung der Messeler Schichten bestätigt, wie dies auch die Untersuchung der Trionychiden ergab.

Die Trionychiden.

Zwei Gruppen lassen sich deutlich unter den Messeler Trionychiden unterscheiden.

Die eine Gruppe schließt sich an *Trionyx messelianus* v. Reinach (1900, p. 118) an, der von diesem in einem Exemplare beschrieben wurde. Meine zahlreichen Exemplare ermöglichen eine Revision und Erweiterung seiner Angaben. Vor allen Dingen vermochte v. Reinach die Form nirgends anzuschließen, obgleich ein Teil der in Frage kommenden Literatur damals schon erschienen war. Die Art erweist sich als sehr variabel, so daß wohl mehrere Varietäten ausgeschieden werden müssen. Bei diesen muß es aber durchaus fraglich erscheinen, ob es sich um Mutation oder Variation handelt, da die Art des Abbaus der Schieferkohlen, gelegentlich dessen die Stücke gefunden wurden, eine nähere Fundbezeichnung nicht ermöglicht.

Ein Hauptmerkmal dieser Gruppe, das allerdings v. Reinach nicht genügend hervorgehoben und auf der in Frage kommenden Abbildung kaum dargestellt hat, ist das Auftreten von kräftigen Längsrippen auf dem Rückenpanzer, die sich auch in Knotenreihen auflösen können. Sie verlaufen nicht wie die übrige Verzierung parallel mit dem Außenrande, sondern mit der Längsachse und

[1] Herrn Versluys bin ich zu großem Danke verpflichtet, daß mir seine große Erfahrung auf dem Gebiete der Reptilien so reich zur Verfügung steht.

stellen so ein auffälliges Merkmal dar, dessen eigentliche Bedeutung noch nicht zu erkennen ist. Ich glaube ihm bestimmende Bedeutung beilegen zu dürfen, wenn es auch gewagt erscheint, sich zunächst auf die Verzierung zu beziehen. Noch andere Merkmale treten aber hinzu, die von v. Reinach besonders im Gegensatz zu der nichtprotrinquiden Reihe der Trionychiden schon hervorgehoben worden sind.

Die zweite Gruppe bilden drei Exemplare, zu denen auch ein Schädel gehört, die ich als *Trionyx Lepsii* n. sp. zusammenfasse. Die Merkmale liegen besonders in der Form des Nuchale, des Costale 1 und dem Auftreten von Neurale 6 als diaphragmatischer Platte.

Daß der von v. Reinach angeführte *Trionyx* cf. *gergensis* zu *Anosteira* gehört habe, ist schon oben erwähnt.

Es handelt sich nun darum, die Stellung der Messeler Trionychiden allgemein gegenüber denen des übrigen Europa festzulegen.

Trionyx-Reste sind von zahlreichen Stellen Österreichs, Italiens, weniger von Deutschland aus älteren und jüngeren Tertiärablagerungen beschrieben worden. Sie zeigen zumeist nur verhältnismäßig geringe Unterschiede gegeneinander und den rezenten *Trionyx triunguis* Forkel. v. Reinach hatte dies schon deutlich erkannt und die betreffenden fossilen Formen zu einer Reihe unter dem Namen *protriunguis* vereinigt (1900, p. 123): „Die dazu gehörigen Trionychiden zeigen natürlich in Zeit und wohl auch im Raum Differenzierungen, welche aber, unter sich verglichen, nicht die Grenzen der Varietät übersteigen." Teppner konnte dies (1914, p. 630) durchaus bestätigen und gab an, daß es sich um Varietäten derselben Art handeln würde. Da nun in dem Messel benachbarten Mainzer Becken mehrere Formen der Reihe auftreten, erscheint es zunächst nötig, festzustellen, ob sich die Messeler Schildkröten der Reihe des *Trionyx protriunguis* anschließen. Schon ein oberflächlicher Vergleich zeigt aber, daß dies nicht der Fall ist. Schon v. Reinach (1900, p. 123) hob hervor, daß *Tr. messelianus* mehrere bedeutende Verschiedenheiten zur protriunguiden Reihe aufweist, die vielleicht auf die Zugehörigkeit zu einem anderen Subgenus deuten könnten. Teppner fand ebenfalls keine Veranlassung, sie in seinen Stammbaum der protriunguiden Trionychiden aufzunehmen.

Wie *Tr. messelianus* erweist sich auch *Tr. Lepsii* als außerhalb der protriunguiden Reihe stehend. Die spezifischen Merkmale habe ich oben erwähnt, vor allem wäre auf das Auftreten von Neurale 6 als diaphragmatischer Platte hinzuweisen. In der protriunguiden Reihe nimmt Neurale 5 diese Stelle ein.

Es ergibt sich damit, daß die Verwandten der Messeler Formen außerhalb der protriunguiden Reihe gesucht werden müssen.

In einer Tabelle stelle ich unten die fraglichen Formen nichtprotriunguider Trionychiden Europas zusammen und schicke einige Bemerkungen darüber voraus. Einiges habe ich fortgelassen. Zunächst *Tr. melitensis* Lydekker von Malta, der sich an die indischen Formen anschließt und schon topographisch außerhalb des europäischen Formenkreises steht. Wegen des verdoppelten ersten Neurale kommt er außerdem von vornherein für einen Vergleich nicht in Frage. Die französischen Trionychiden habe ich ebenfalls fortgelassen, sie sind zu unvollkommen bekannt, als daß sie berücksichtigt werden könnten. Bei ihnen scheint die Verzierung vor allen Dingen gänzlich verschieden zu sein. Verschiedene italienische Formen, von denen v. Reinach (1900, p. 111) angab, daß sie nur mit Vorbehalt zu der protriunguiden Reihe gestellt werden könnten, vermochte ich nicht von diesen abzutrennen.

Neu eingefügt habe ich eine italienische Art, die Portis veröffentlicht hat, ohne sie zu benennen. Sie hebt sich unter den anderen italienischen durch ihre Längsskulptur heraus und scheint eine besondere Art darzustellen: *Tr. roncensis* mihi. (Ich bin mir dabei bewußt, daß die Namengebung, wie besonders Hertsch und Teppner hervorgehoben haben, eine recht schwierige ist, da von den rezenten Schildkröten nicht genügend bekannt ist, welche Merkmale des Panzers, besonders des Rückenpanzers, spezifisch zu verwerten sind.)

Nichtprotriunguide Trionychiden Europas			Besondere Merkmale
messelianus v. Reinach	Messel	?	
austriacus Peters . . .	Österreich	Eocän	
roncensis mihi	Italien	„	Grobe Längskiele
rivosus Owen	England	„	
planus Owen	„	„	
circumsulcatus Owen .	„	„	Skulptur, Marginalrinne
pustulatus Owen . . .	„	-	Skulptur
incrassatus Owen .	„	„	
Lepsii mihi	Messel	?	Neur. 6 als diaphr
rochettianus Portis .	Schweiz	Ob. Olig.	Platte
valdensis Portis . . .	„	„	Cost. 3 verwachsen
septemcostatus Hoernes	Österreich	Mitt. Mioc	

Gegenüber den Angaben v. Reinach's und Teppner's weist meine Liste einen Unterschied darin auf, daß ich *Tr. incrassatus* nicht zu den protriunguiden rechnen kann. Bei dieser Form ist Neurale 6 als diaphragmatische Platte entwickelt, während in der

Diagnose der Reihe *protriunguis* deutlich Neurale 5 diese Stellung einnimmt. Weiter geben v. Reinach und Teppner an, daß nach Lydekker mit *incrassatus* die Arten *Henrici* und *barbarae* Owen nahe verwandt wären. Umgekehrt gibt aber Lydekker an, daß bei *incrassatus* (1889, p. 17; s. a. Maack 1869, p. 258) deutliche Unterschiede gegen *Henrici* vorhanden wären. Außerdem hat Lydekker (1889, p. 13) mit *Henrici Tr. marginatus* Owen vereinigt, so daß die Form *Henrici* aus diesem Grunde jedenfalls zu der protriunguiden Reihe gerechnet werden muß.

Die beiden Messeler Arten habe ich in die Liste mit aufgenommen, um ihre Stellung gleich deutlich zu kennzeichnen.

Von den Messeler Formen abgesehen, handelt es sich um zehn nichtprotriunguide Formen. Ihr geologisches Vorkommen verhält sich gegenüber den protriunguiden, indem ich die Angaben Teppner's (ohne Berücksichtigung der italienischen Formen) verwerte:

Vorkommen der Trionychiden im Tertiär.

Eocän	3	7
Oligocän	4	2
Miocän	17	1
Pliocän	2	—
	Protriunguide Trionychiden	Nichtprotriunguide Trion.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß die protriunguiden ihre Hauptverbreitung im Miocän, die andere Gruppe aber im Eocän haben.

Versuchen wir nun, die nichtprotriunguiden nach ihren Merkmalen zu ordnen, so fällt vor allen Dingen eine Gruppe auf, die durch das Auftreten von groben Längsrippen oder -kielen gekennzeichnet ist. Wir sind sonst gewöhnt, dieses Merkmal nur bei jungen Exemplaren von *Trionyx* zu finden, worauf u. a. auch Dacqué (1912, p. 51) aus dem Pliocän hinweist. Auch Hay (1908, p. 510) gab an, daß die Jungen der lebenden *Amyda*-Arten zahlreiche Längskiele und Tuberkelreihen aufwiesen. Im Eocän (auch in Nordamerika) finden wir dieses Merkmal auch bei alten Individuen ausgeprägt. *Tr. messelianus* ist der besterhaltene Vertreter dieser Gruppe, die wohl nach ihm zu benennen wäre.

Eine zweite Gruppe der nichtprotriunguiden ist dadurch gekennzeichnet, daß Neurale 6 und nicht Neurale 5 als diaphragmatische Platte auftritt. Die Altersverschiedenheiten Eocän und Ob.-Oligocän weisen vielleicht darauf hin, daß diese Gruppe nicht einheitlich ist. In der Skulptur und auch in anderen Merkmalen zeigt sich, daß die Formen wohl immerhin eine gewisse Beziehung

zu den protriunguiden haben. Ungleichwertige Formen sind unter dem Merkmal der Verwachsung von Cost. $\frac{3}{4}$ vereinigt. Mir scheint es aber sehr zweifelhaft, ob hier nicht individuelle Varietäten vorliegen, ähnlich wie bei der Oblitterierung von Neurale 7.

Isoliert unter den nichtprotriunguiden stehen die beiden Arten Owen's *circumsulcatus* und *marginatus*, von denen nur einzelne Schilder bekannt sind, die sich nur durch die Skulptur unterscheiden lassen. Das Auftreten einer Marginalrinne bei *circumsulcatus* dürfte jedenfalls nur eine individuelle Erscheinung sein, die mit verschiedenem Alter wechselt. Zu erwähnen ist, daß *pustulatus* ähnlich dem nur durch ein einzelnes Schild bekannten *Tr. parisiensis* Cuvier ausgebildet ist.

Eine nähere Vergleichung der beiden Messeler Arten mit den einzelnen Formen ergibt nun, daß *Tr. messelianus* zunächst Beziehungen zu dem eocänen *Tr. austriacus* Peters (1858, p. 61) aufweist, der in zwei Exemplaren aus dem nördlichen Ungarn und Dalmatien beschrieben wurde. Unterschiede sind aber noch im Umriß, der Form der Schilder und der Art der Ausbildung der Verzierung vorhanden. Näher verwandt erscheinen aber die englischen Arten *rirosus* und *planus* Owen, zu denen die engsten Beziehungen vorhanden sind. So weist diese Messeler Art in die gleiche Richtung wie die Gattung *Anosteira*, nämlich nach Nordwesten.

Bei *Tr. Lepsii* fanden sich keine näheren Beziehungen zu europäischen Formen. Weder die Arten des Mainzer Beckens noch die Englands erscheinen näher vergleichbar. Am meisten nähert er sich *Tr. (Amyda) egregius* Hay aus dem mittleren Eocän Nordamerikas, der ebenfalls durch Neurale 6 als diaphragmatische Platte und die entsprechende Verzierung ausgezeichnet ist. Der Umriß ist freilich anders, und wie von allen übrigen Formen unterscheidet sich *Tr. Lepsii* auch hier durch die Art der Ausbildung des Nuchale, Costale 1 und Neurale 1, und durch etwas andere Maßverhältnisse der Costalia und Neuralia. Die Form fügt sich damit den bei *Tr. messelianus* und *Anosteira* n. sp. gefundenen Ergebnissen ein, daß deutliche Beziehungen zu England und Nordamerika vorliegen. Für Messel werden diese Beziehungen zum ersten Male festgestellt, es dürfte für die anderen bekannten Fossilien von hier nachzuweisen sein, ob nicht auch Ähnliches vorliegt. Allgemein liegt in dem Nachweis nichts Neues, da wir seit den Untersuchungen Stehlin's wissen, daß zur Eocänzeit enge Beziehungen tiergeographischer Art zwischen Nordamerika und Europa vorhanden waren.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Untersuchung des reichen Materiales Messeler Schildkröten (mit Ausnahme der Testudinaten) ergab bisher, daß die nächsten Verwandten im Eocän Englands und Nordamerikas zu suchen sind.

Neu ist der Nachweis der Gattung *Anosteira*, die auf dem europäischen Festlande bisher unbekannt war und wichtige Beziehungen zu den Gattungen *Pseudotrionyx* und *Carettochelys* aufweist. *Tr.* cf. *gergensis* v. Reinach gehört zu dieser Gattung. Der schon bekannte *Tr. messelianus* v. Reinach und die neue Art *Tr. Lepsii* mihi gehören zu den nichtprotriunguiden Trionychiden Europas, deren Hauptverbreitung im Eocän liegt. Sie weisen engste Beziehungen zu England und Nordamerika auf. Die Haupt'sche Altersbestimmung der Messeler Kohleschiefer als Eocän wird damit bestätigt.

Angeführte Literatur.

Dacqué, E.: Die fossilen Schildkröten Ägyptens. Geol.-Pal. Abh. N. F. **10**. H. 4. 1912.

Haupt, O.: *Propalaeotherium* cf. *Rollinati* Stehlin aus der Braunkohle von Messel bei Darmstadt. Notizbl. d. V. f. Erdk. u. d. Geol. L.-A. Darmstadt. IV. F. H. 32. 1911. 59—70.

Hay, O. P.: Fossil turtles of North America. Carnegie Institution of Washington. 1908.

Heritsch, Fr.: Jungtertiäre *Trionyx*-Reste aus Mittelsteiermark. Jahrb. k. geol. Reichsanstalt. 1909. **59**. 335—382.

Lydekker, R.: On an new species of *Trionyx* from the Miocän of Malta. Quartl. Journal 1891. **47**. 37—38.

Maack, G. A.: Die bis jetzt bekannten fossilen Schildkröten usw. Palaeontogr. **18**. 1868—69.

Peters, K. F.: Beitr. zur Kenntnis der Schildkröten aus den österreichischen Tertiärablagerungen. Denkschr. Kais. Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. 1858. 61.

Portis, Al.: Nuovi cheloni fossili del Piemonte. Reale Acad. d. sc. Torino. Ser. II. **35**. 1883.

— Di alcuni fossili terziarii del Piemonte usw. Ebenda. Ser. III. **7**. 1892.

Owen and Bell: Monograph of the fossil Rept. of the London Clay. London. 1839—1858.

Reinach, v.: Schildkrötenreste im Mainzer Becken usw. Abh. Senckenb. Naturf. Ges. **28**. 1900. p. 104 ff.

Revilliod, P.: Fledermäuse aus der Braunkohle von Messel bei Darmstadt. Abh. Hess. Geol. L.-A. **7**. 1917. p. 161 ff.

Siebenrock, K.: Schildkröten aus Syrien und Mesopotamien. Ann. k. k. naturhist. Hofmuseum Wien. **27**. 1913. p. 40.

Gießen, den 24. VI. 1918.

Vorrichtung zur optischen Isolierung der Interferenzbilder sehr kleiner Kristalle unter dem Polarisationsmikroskop.

Von **Arthur Ehringhaus** in Göttingen.

Mit 2 Textfiguren.

Zur Beobachtung der Interferenzbilder kleiner Kristalle in Gesteins-Dünnschliffen werden drei verschieden benannte, aber im Prinzip gleiche Vorrichtungen empfohlen, nämlich eine einfache Diaphragmenkappe[1], das Czapski'sche Okular[2] und die Spaltblende nach Wright[3]. Bei allen drei Vorrichtungen wird zur Sichtbarmachung der Interferenzerscheinung die Methode von Lasaulx benutzt. Man stellt eine Lupe oder nach Czapski ein Ramsden'sches Okular scharf auf das betreffende Diaphragma ein und bringt durch Einstellen mit Trieb und Mikrometerschraube des Mikroskopes das Bild des Dünnschliffes parallaxenfrei mit der Ebene der Diaphragmenränder zur Deckung. Hierauf rückt man das Bild des zu untersuchenden kleinen Kristalles in die Mitte der Blendenöffnung und verengert bei der Czapski'schen Vorrichtung die Irisblende, bei der Wright'schen den gekreuzten Spalt so weit, bis alle anderen Partien des Dünnschliffes abgeblendet sind. Nach Entfernen der Lupe bezw. des Ramsden'schen Okulares erblickt man in der hinteren Brennebene des Objektives das primäre Interferenzbild des isolierten kleinen Kristalles.

Alle drei erwähnten Vorrichtungen haben den Nachteil, daß Messungen an den Interferenzbildern wie die Ermittlung des Winkels der optischen Achsen oder der Neigung eines Schnittes gegen eine optische Achse mit Hilfe einer Achsenwinkelskala im Okular nicht möglich sind. Will man eine solche, in der Ebene des sekundären Interferenzbildes liegende Skala benutzen, so kommt für die Ausblendung des kleinen Kristalles nur eine Bildebene im konoskopischen Strahlengange nach Amici-Bertrand in Frage. In Fig. 1 ist die Abbildung der Objektebene und der hinteren Brennebene des Objektives in diesem Strahlengange schematisch dargestellt. Man erkennt, daß das reelle Bild des Objektes OO', welches bei orthoskopischem Strahlengange in der Blendenebene des Okulares liegt, hier in einer bestimmten Entfernung über dem Okular, in der Ebene BB' entsteht. Da sich Bild und Interferenzbild vollkommen

[1] Vgl. E. A. Wülfing, Ein neues Polarisationsmikroskop usw. Abhandl. d Heidelberger Akad. d. Wiss. Mathem.-naturw. Kl. 6. Abhandl. 1918. p. 30.

[2] S. Czapski, Zeitschr. f. Krist. etc. **22**. 158—162. 1894.

[3] F. E. Wright, The Methods of Petrographic-Microscopic Research. Washington. D. C. 1911.

reziprok[1] zueinander verhalten, so genügt es, das reelle Bild des Dünnschliffes bis auf den zu untersuchenden Kristall abzublenden, um das gewünschte Achsenbild frei von Nebenlicht und möglichst

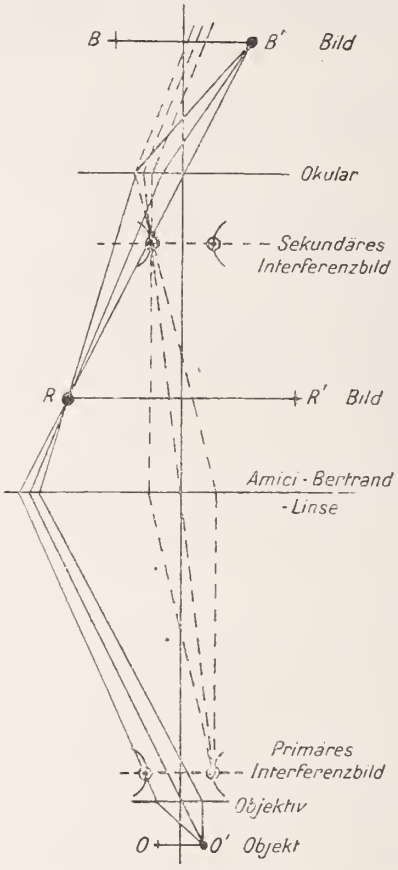


Fig. 1. **Schema des Strahlenganges im Polarisationsmikroskop bei eingeschalteter Bertrandlinse:** Abbildung des Objekts und des primären Interferenzbildes.

hell zu sehen. Ob die Vergrößerung des Bildes in BB′ ausreichend stark werden kann, um die Ausblendung eines kleinen Objektes praktisch zu ermöglichen, wollen wir durch eine kleine Rechnung prüfen.

Als Mikroskopobjektiv diene ein Achromat No. 7 von Winkel (f = 2,7 mm), als Okular ein Meßokular No. 3 (f = 30 mm ca.)

[1] S. Czapski, l. c. p. 160/161

mit einer Skala von 10 mm Länge in 100 Teile geteilt. Die Bertrandlinse habe eine Brennweite von 46 mm und das auszublendende Objekt einen Durchmesser von 0,02 mm. An Hand der folgenden Tabelle ergibt sich dann die entsprechende Bildgröße zu 0,62 mm.

	Brennweite F	Objektweite A	Objektgröße G	Bildweite B	Bildgröße S
	gegeben			berechnet	
Objektiv . . .	2,7 mm	2,74 mm	0,02 mm	172 mm	1,25 mm
Bertrandlinse .	46	— 53	1,25	24,6	0,58
Okular	30	58,4	0,58	62	0,62

Eine experimentelle Bestimmung der Bildgröße bei Verhältnissen, die nahezu den Zahlen der Tabelle entsprachen, ergab einen Wert von 0,55 mm.

Probe-Untersuchungen, die ich an meinem Mikroskop mit Benutzung eines festen, runden Diaphragmas von ca. 0,4 mm Durchmesser anstellte, fielen recht befriedigend aus. Ein variables Diaphragma in Gestalt einer Irisblende erwies sich als unnötig, da bei dem angewandten Durchmesser auch die Interferenzbilder größerer Kristalle ausreichend hell und vollkommen scharf erscheinen. Es gelang, die Achsenbilder von Kristallen bis herunter zu 0,02 mm Durchmesser störungsfrei und in guter Schärfe herauszubringen. So konnten in einem Dünnschliff des sogenannten kristallisierten Sandsteines von Fontainebleau sowohl das Achsenbild des Kalkspates wie auch das des Quarzes, selbst an Querschnitten von 0,02 bis 0,03 mm Größe, unabhängig voneinander beobachtet werden. Es ist bemerkenswert, daß trotz der Vergrößerung der Interferenzerscheinung durch die Bertrandlinse, die Einzelheiten so klar hervortreten, daß z. B. an den Isochromaten des Kalkspat-Achsenbildes deutlich die Farbenfolge erkannt werden kann. Die mangelhafte Politur der Dünnschliff-Oberflächen macht sich beim Kalkspat nur in einer ganz leichten Verschleierung des Interferenzbildes bemerkbar, die aber praktisch nicht stört. Von weiteren Probe-Untersuchungen sei hervorgehoben die Beobachtung von Dünnschliffen von Hornfels aus Porphyroid-Granit-Kontakt, die u. a. Quarz neben Cordierit enthalten. Hier gelang es bequem, den Cordierit auch in ziemlich schief gegen die spitze Bisektrix getroffenen Querschnitten von der oben genannten Größenordnung durch seine Zweiachsigkeit vom Quarz zu unterscheiden.

Um das vorgeschlagene Diaphragma mit Erfolg benutzen zu können, geht man am besten folgendermaßen vor: Zunächst zentriert man das starke Mikroskopobjektiv recht genau und bringt dann den zu untersuchenden kleinen Kristall in den Ruhepunkt des Drehtisches. Nach Einschieben der Bertrandlinse und Aufsetzen der

Kappe mit dem Diaphragma (Fig. 2) auf das mittelstarke Okular erscheint das Interferenzbild des Kristalles in der Blendenebene des Okulares. Wenn das Interferenzbild nicht ganz scharf wird, so liegt das Diaphragma nicht genügend genau in der Ebene des reellen Bildes BB'. Geringe Abweichungen aus der richtigen Lage kann man durch Bewegen der Mikrometerschraube des Mikroskopes leicht korrigieren, da eine kleine Änderung der Objektweite eine entsprechend der Vergrößerung verstärkte Änderung der Bildweite bewirkt. Zur Kontrolle kann man die parallaxenfreie Koinzidenz des Bildes mit der Ebene der Diaphragmenränder durch eine Lupe prüfen. Man kann hierbei auch feststellen, ob innerhalb des Diaphragmas nur das Bild des in die Mitte eingestellten kleinen Kristalles sichtbar ist.

Die Kappe mit dem Diaphragma ist vom Mechaniker auf das Rändel des zu benutzenden Okulares so aufzupassen, daß sie sich leicht aufsetzen und abnehmen läßt, ohne aber mehr als den hierzu nötigen Spielraum zu haben. Bei der Anfertigung der Vorrichtung ist die Entfernung des reellen Bildes über dem Okular genau zu berücksichtigen. Um diese Entfernung zu ermitteln, fängt man für die in Frage kommende Kombination von Objektiv, Bertrandlinse und Okular (unter Einhaltung der richtigen Tubuslänge) das reelle Bild BB' auf einer Mattscheibe auf und fixiert diese in der Stellung, wo das Bild scharf erscheint. Die Entfernung der (nach unten gekehrten) matten Seite der Scheibe von dem oberen Rande des Okularkopfes entspricht dann der Länge S, welche bei der Diaphragmenkappe einzuhalten ist (vergl. Fig. 2). Wenn die Kappe wie in dieser Figur aus zwei Teilen zusammengeschraubt ist, so läßt sich die Entfernung innerhalb bestimmter Grenzen auch mechanisch durch Herauf- oder Herunterschrauben des Diaphragmenrohres auf dem unteren Aufsatzstück verändern. Dies kommt vor allem in solchen Fällen in Betracht, in denen man die Diaphragmenkappe für mehrere Okulare benutzen will, da die Lage des Bildes BB' für benachbarte Okulare um mehrere Millimeter differiert.

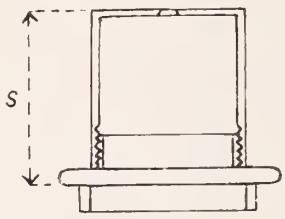


Fig. 2.

Außer dem reellen Bild BB' entsteht noch ein zweites in RR' zwischen Bertrandlinse und Okular, wo die das Objekt abbildenden Strahlen sich zum ersten Male schneiden. Die Ausblendung eines kleinen Objektes kann natürlich auch hier vorgenommen werden. Die kleine, in der Tabelle mitgeteilte Rechnung läßt erkennen, daß die Vergrößerung des Bildes RR' in unserem Falle nahe dieselbe ist wie in der Ebene BB'. Da ein Diaphragma in dem Raume zwischen Okular und Bertrandlinse mechanisch unbequem anzubringen ist, wird man im allgemeinen der zuerst vorgeschlagenen

Diaphragmenkappe den Vorzug geben. Eine Blende in RR' hat allerdings den Vorteil, daß sie für ein bestimmtes Objektiv in Verbindung mit einer festliegenden Bertrandlinse eine unveränderliche Lage besitzt, so daß ohne weiteres verschiedene Okulare benutzt werden können.

Die Diaphragmenkappe mit fester, 0,4 mm großer Blende kann von R. Winkel, Göttingen, bezogen werden.

Herrn Geheimrat Prof. Dr. O. Mügge bin ich für die gütige Überlassung von Dünnschliff-Material zu vorstehenden Probe-Untersuchungen zu Dank verpflichtet.

Göttingen, den 7. April 1919.

Besprechungen.

Paul Keßler: Was geht der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen verloren? Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1919. 52 p. 8^0.

Der durch seine geologischen Studien mit den Reichslanden und dem Saargebiet wohlvertraute Verfasser zeigt uns noch einmal, in schwerster letzter Stunde, was Deutschland hier durch den angeblichen Rechtsfrieden geraubt werden soll. Er gibt eine kurze Schilderung der geologischen Verhältnisse der Kohlengebiete des Saarreviers, dessen Kohlen mit einem Vorrat von wenigstens 3,66 Milliarden Tonnen bis zu 1000 m Tiefe und etwa 15—16 Milliarden Tonnen bis zu 2000 m Tiefe einen an sich gewaltigen Schatz darstellen. In der Verbindung mit den Lothringer Minettelagern bedingte er das Emporblühen der Eisenindustrie des Saargebietes und ist für das südwestliche Deutschland als einzige größere Kohlenquelle wirtschaftlich unentbehrlich, so wie er als Ausfuhrgebiet für Kohle, z. B. nach der Schweiz, handelspolitisch von größter Bedeutung war. Weiter werden die Erdölvorkommnisse im Elsaß geschildert mit ihrem wirtschaftlichen Werte und dann die reichen Kalilager des Oberelsaß. Für Deutschland bedeutet der Verlust des elsässischen Kali einen besonders schweren Schlag: Deutschlands stärkste wirtschaftliche Kraft, das Kalimonopol, wird durch den Verlust des Elsaß vernichtet. Die Eisenerzfelder Lothringens, die Minettelager des Jura, welche die eigentliche Quelle unseres wirtschaftlichen Aufstieges seit 1871 und insbesondere unserer seither so blühenden Eisenindustrie sind, werden nach Vorkommen, geologischem

Bau, Entstehung, Vorrat und wirtschaftlichem Wert behandelt und mit ihnen die wenigen, armen Eisenerzfelder verglichen, welche unserer Industrie sonst in Deutschland zur Verfügung stehen. Neben Kohle und Eisen, neben Erdöl und Kali treten die anderen Bodenschätze des besprochenen Gebietes weit zurück. Aber die vier, oder besonders die drei, Kohle, Eisenerz und Kali, sind unschätzbar. Ihr Verlust muß unsere Industrie unheilbar schädigen, muß unser Wirtschaftsleben aufs schwerste treffen. Bei unserer Übervölkerung bedeutet der Verlust solcher Industriequellen Verelendung, und rauben die gierigen Feinde gar noch Oberschlesien, dann droht uns dauernder Hunger, denn Kohle ist uns Brot. Die sehr lesenswerte Schrift sollte es jedem Deutschen einhämmern, wie sehr der „Rechtsfrieden" der Feindvölker die Vernichtung des deutschen Volkes zum Ziele hat. **J. F. Pompeckj.**

Miscellanea.

v. Reinach-Preis für Paläontologie.

Ein Preis von 1000 ℳ soll der besten Arbeit zuerkannt werden, die einen Teil der Paläontologie des Gebietes zwischen Aschaffenburg, Heppenheim, Alzey, Kreuznach, Koblenz, Ems, Gießen und Büdingen behandelt; nur wenn es der Zusammenhang erfordert, dürfen andere Landesteile in die Arbeit einbezogen werden.

Die Arbeiten, deren Ergebnisse noch nicht anderweitig veröffentlicht sein dürfen, sind bis zum 1. Oktober 1920 in versiegeltem Umschlage, mit Motto versehen, an **die Direktion der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M.** einzureichen. Der Name des Verfassers ist in einem mit gleichem Motto versehenen zweiten Umschlage beizufügen.

Die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft hat die Berechtigung, diejenige Arbeit, der der Preis zuerkannt wird, ohne weiteres Entgelt in ihren Schriften zu veröffentlichen, kann aber auch dem Autor das freie Verfügungsrecht überlassen. Nicht preisgekrönte Arbeiten werden den Verfassern zurückgesandt.

Über die Zuerteilung des Preises entscheidet bis spätestens Ende Februar 1921 die obengenannte Direktion auf Vorschlag einer von ihr noch zu ernennenden Prüfungskommission.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zum Feinbau isomorpher Stoffe.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 5 Textfiguren.

1.

Vor gerade 100 Jahren bot F. E. Mitscherlich der wissenschaftlichen Welt die Grundzüge der Lehre vom Isomorphismus dar[1]. Sein „allgemeines Gesetz für den Zusammenhang der Kristallographie mit der chemischen Zusammensetzung" lautet[2]: „eine gleiche Anzahl Atome, wenn sie in gleicher Weise verbunden sind, bringen gleiche Kristallform hervor": mit anderen Worten: „die Kristallform beruht nicht auf der Natur der Atome, sondern auf deren Anzahl und Verbindungsweise".

Diese Leitsätze wurden den Verhältnissen allerdings nicht voll gerecht. Abgesehen von der nicht völlig, sondern nur fast gleichen Kristallform bei nichtkubischen isomorphen Substanzen bedurfte die Definition in Ansehung der schon von J. N. Fuchs[3] betonten und auch Mitscherlich bekannten, isomorphen Vertretung von Atomen durch Atomgruppen einer entsprechenden Erweiterung. Auch konnte der von Mitscherlich bekundeten Ausschaltung der Atomnatur als Isomorphiefaktor nicht beigepflichtet werden. Eine Atomart ist nicht jeder beliebigen ihrer 86 jetzt bekannten Genossen isomorphäquivalent, vielmehr spielt in der Hinsicht deren chemische Natur, insbesondere ihre Wertigkeit, eine bedeutsame Rolle[4]. Weiterhin erfuhr die Erläuterung des Isomorphismus insofern eine Vertiefung, als für die Glieder einer isomorphen Gruppe der Nachweis, Mischkristalle bilden zu können, als gewissermaßen physiologisches Dokument der kristallographisch-chemischen Verwandtschaft gefordert wurde.

Damit waren ähnliche Kristallform, chemische Analogie und die Fähigkeit zusammenzukristallisieren, als die drei grundlegenden Umstände des Isomorphismus aufgestellt. In der Annahme enger

[1] Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin f. 1818 19.

[2] Abhandl. d. Stockholmer Akad. v. 1821.

[3] J. N. Fuchs, Ges. Schriften. Über den Gehlenit (1815). „Das Ammonium kann hier (im Alaun) die Stelle des Kali ganz oder zum Teil vertreten, und umgekehrt."

[4] Das besagt im Grunde auch schon die von Mitscherlich gestellte Forderung gleichen Verbandes, den er aber, nicht mit Recht, in seiner obigen Erklärung als ein von der Atomnatur unabhängiges Moment hinstellt.

Strukturverwandtschaft isomorpher Stoffe erhielten die Verhältnisse ihr erläuterndes feinbauliches Bild und durch Angabe des Molekularvolumens als Summe der Kubikzentimeter eines Mols und durch Berechnung der topischen Achsen eine zahlenmäßige Kennzeichnung.

Röntgenogrammetrische Untersuchungen stellten solche Dimensionierungen auf experimentelle Grundlage. Es wurden die Elementarkörper isomorpher Stoffe ausgemessen und die jeweilige Zahl der rechnerisch in ihm enthaltenen Molekeln festgestellt. Unter Verwertung der erkannten Isomorphie ist es auch möglich, durch Analogieberechnung für röntgenographisch noch nicht erkundete Glieder einer Gruppe die entsprechenden Dimensionierungen der Elementarkörper festzustellen. In dem Sinne seien hier Tabellen einiger Gruppen gegeben, die weiter unten anderweit verwertet werden sollen[1].

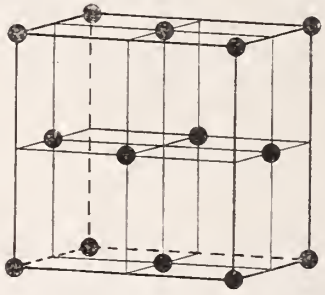


Fig. 1. Schema der Elementarkörper von Kupfer, Silber, Gold, Blei und Aluminium.

1. Al: Cu, Ag, Au; Pb.

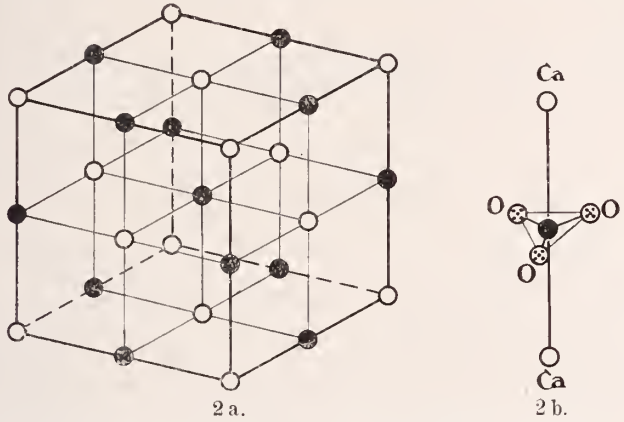
Einem jeden dieser Metalle liegt nach röntgenogrammetrischer Erkundung ein flächenzentriertes würfeliges Raumgitter zugrunde (Fig. 1). Es sei a die Länge der Kante des Elementarkörpers; dann ist a^3 sein Volumen und $\frac{1}{4}a^3$ der Raum, welcher einem der vier im Ausschnitt der Fig. 1 voll enthaltenen Atome als Interessenbezirk zur Verfügung steht. Z ist die Atomordnungszahl.

	Z	Absolutes Atomgew. in 10^{-24} g	Spez. G.	a in 10^{-8} cm	a^3 in 10^{-24} ccm	$\frac{1}{4}a^3$ in 10^{-24} ccm
Al . .	13	44,22	2,60	4,07	67,42	16,85
Cu . .	29	103,75	8,93	3,61	47,05	11,76
Ag . .	47	174,84	10,50	4,06	66,92	16,73
Au . .	79	321,82	19,32	4,07	67,42	16,85
Pb . .	82	338,14	11,37	4,91	118,37	29,59

[1] Sie sind auf meinen Wunsch von Assistent Dr. Schiebold aufgestellt.

2. Trigonale Carbonate.

Ihr rhomboedrischer Elementarkörper (Fig. 2) kennzeichnet sich nach röntgenogrammetrischen Forschungen durch die Lage der Metallatome an seinen Ecken und auf den Flächenmitten; die C-Atome nehmen die Kantenmitten und das Zentrum der Fig. 2a ein. Die drei O-Atome der Gruppen CO_3 sind jeweils in trigyrischer Lage um die C-Atome in der Endflächenebene zu denken (Fig. 2b).



2a. 2b.

Fig. 2. Schema der Elementarkörper trigonaler Carbonate. 2a. Anordnung von M und C. 2b. Anordnung von O.

Es sei a die Länge der Rhomboederkanten, α ihr Winkel; das Elementarvolumen sei V und v der Raum, der jedem der vier MCO_3 im Elementarkörper zur Verfügung steht. Z_M ist die Ordnungszahl der Metallatome.

	Z_M	Absolutes Mol.-Gew. in 10^{-24} g	Spez. Gew.	α	a in 10^{-8} cm		V in 10^{-24} ccm		v in 10^{-24} ccm	
					gem.	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.
$MgCO_3$	12	137,62	3,037	103°21,5′	—	5,86	—	181,26	—	45,32
$CaCO_3$	20	163,31	2,750	101°55′	6,42	6,36	244,73	237,56	61,18	59,39
$MnCO_3$	25	187,57	3,660	102°50′	5,97	6,08	194,03	205,0	48,51	51,25
$FeCO_3$	26	189,06	3,880	103°41,5′	5,94	5,99	190,46	194,90	47,62	48,75
$ZnCO_3$	30	204,61	4,450	103°28′	—	5,89	—	183,12	—	45,98
$CdCO_3$	48	287,91	4,960	102°30′	—	6,23	—	226,90	—	56,75

3. Alkalihalogenide.

Es liegt ihnen nach röntgenogrammetrischen Erfahrungen ein Raumgitter nach Art der Fig. 3 zugrunde mit Metallatomen an den

Ecken und auf den Flächenmitten des Würfels sowie mit Halogenatomen auf den Mitten der Kanten und im Zentrum des Elementarkörpers. Seine Beziehung zu dem der Kalkspatgruppe ist beim Vergleich von Fig. 2 und 3 unmittelbar ersichtlich. In der Tabelle p. 165 bedeutet a wieder die Würfelkante und entsprechend a^3

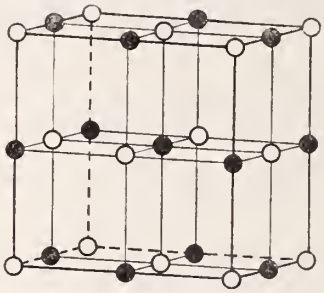


Fig. 3. Schema der Elementarkörper von Alkalihalogeniden.

das Volumen der Elementarkörper sowie $\frac{1}{4}a^3$ den Raumteil für ein Metallatom + ein Halogenatom, etwa Na + Cl (entsprechend einer freien Molekel Na Cl). Z_M und Z_{Hl} bedeuten die Ordnungszahlen für Metall und Halogen. Röntgenogrammetrisch festgelegt sind Li F, Na Cl, K Cl und K Br; die übrigen sind in Analogie berechnet.

2.

Bezüglich der feinbaulichen Aggregationsart isomorpher Mischkristalle bestehen, wie bekannt, zwei Anschauungen. Nach der einen handelt es sich um Verwachsungen submikroskopischer Kristallteilchen der reinen Komponenten. Leptonisch gedacht wären also mehr oder minder beträchtliche Ausschnitte aus dem Punktsystem der einen Substanz in die der anderen in kristallographischer Gesetzmäßigkeit gewissermaßen eingebaut.

Nach der anderen Anschauung liegt im Mischkristall ein einziges leptonisches System vor, in welchem die korrespondierenden Atome oder Atomgruppen der Komponenten vikariieren. Stellt beispielsweise Fig. 4 die Kristallstruktur des reinen Na Cl dar, so gibt Fig. 5 im Sinne des leptonischen Ersatzes den Feinbau einer isomorphen Mischung Na (Cl, Br) wieder, in dem einige Cl-Atome durch solche von Br ersetzt sind. Entsprechend würde (NH_4) als geometrisches Radikal z. B. mit K im Alaun baugruppenmäßig vikariieren. Gelegentlich findet in diesem Sinne ein verkoppelter Ersatz statt, so bei den Plagioklasen, wo der Platz eines Ca durch ein Na und stets zugleich der eines Al durch Si eingenommen werden mag entsprechend den Formeln $Ca\,Al\,Al\,(Si\,O_4)_2$ und $Na\,Al\,Si\,(Si\,O_4)_2$[1].

[1] Vgl. Fig. 15 u. f. in F. Rinne, Beiträge zur Kenntnis des Feinbaus der Kristalle. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. p. 77.

	Z_M	Z_{HI}	Absolutes Mol.-Gew. in 10^{-24} g	Spez. Gew.	a in 10^{-8} cm		a^3 in 10^{-24} ccm		$\frac{1}{4}a^3$ in 10^{-24} ccm	
					gem.	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.
Li F	3	9	42,33	2.601	4,08	4,02	67,92	65,10	16,98	16,28
Li Cl	3	17	69,19	2,068	—	5,11	—	133,84		33,46
Li Br	3	35	141,75	3,466	—	5,47	—	163,60	—	40,90
Li J	3	55	218,45	4,063	—	5,99	—	215,06	—	53,77
Na F	11	9	68,54	2,766	4,72	4,63	105,15	99,12	26,29	24,78
Na Cl	11	17	95,40	2,170	5,63	5,48	178,00	175,86	44,50	43,97
Na Br	11	35	167,96	3,014	—	6,06	—	222,90	—	55,75
Na J	11	53	244,67	3,550	—	6,51	—	275,67	—	68,92
K F	19	9	94,82	2,481	—	5,35	—	152,86	—	38,22
K Cl	19	17	121,76	1,990	6,27	6,26	246,70	244,76	61,68	61,19
K Br	19	35	194,74	2,756	6,47	6,56	271,14	281,90	67,79	70,48
K J	19	53	270,94	3,07	—	6,91	—	353,00	—	88,25
Rb F	37	9	170,46	—	—	—	—	—	—	—
Rb Cl	37	17	197,32	2,806	—	6,56	—	281,28	—	70,32
Rb Br	37	35	269,88	3,360		6,85	—	321,28	—	80,32
Rb J	37	53	346,58	3,560		7,30		389,41		97,35
Cs F	55	9	247,74	—	—	—	—	—	—	—
Cs Cl	55	17	274,60	3,990	—	6,51	—	275,30	—	68,83
Cs Br	55	35	347,17	4,450	—	6,78	—	312,08	—	78,02
Cs J	55	53	423,87	4,540	—	7,20	—	373,45	—	93,36

Ausschlaggebende Kriterien, ob bei isomorphen Mischungen eine feine mechanische Verwachsung kleiner Teilchen der reinen Komponenten oder ein leptonischer Vikariationsfeinbau vorliegt, hat man durch Ausnutzung der Phasenregel erhofft. Indes erstreckt sich ihre Anwendungsfähigkeit nicht in das Reich starker Dispersität: hier werden auf ihrer Grundlage gebaute Schlußfolgerungen unsicher.

Gleichfalls kein untrügliches Kennzeichen gibt die Meinung, daß die mechanische Vereinigung kleiner Teile eine Additivität der Eigenschaften als Kriterium mit sich bringe. Auch bei Gemengen kommt es in Nahewirkung zu eventuell starken komplizierten Beeinflussungen, wie das z. B. die gegenseitige Herabsetzung der Schmelzbarkeit der Bestandteile eutektischer Gemenge und viele, insbesondere optische Umstände kolloidaler Mischungen erweisen.

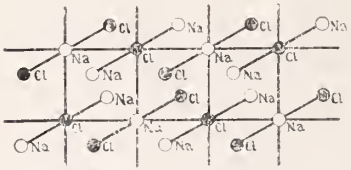


Fig. 4. Schema der Kristallstruktur des Chlornatriums.

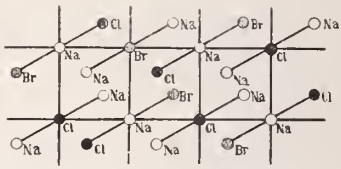


Fig. 5. Schema der Kristallstruktur eines Mischkristalls von Chlornatrium und Bromnatrium.

Als weiteres Mittel zur Erkundung des Feinbaus isomorph gemischter Stoffe steht dem Kristallographen die Röntgenstrahlung zur Verfügung; sie ist in ihrer Wellenlänge der Feinheit des Kristallmikrokosmos angepaßt. Da nun bei einem atomistisch vikariierenden Bau eine strenge Periodizität der Anordnung fehlt, insofern an den sich geometrisch entsprechenden Stellen des Punktsystems nicht überall stoffliche gleiche Teilchen sich befinden, so ist anzunehmen, daß diese Abweichungen von der Möglichkeit strenger Translation eine Störung im Beugungseffekt mit sich bringen. Nach M. v. Laue's Berechnungen[1] gibt eine solche Ungleichmäßigkeit im Kristallbau Anlaß für eine zerstreute Strahlung, die sich zum Beugungsmuster gesellt.

Anderseits wird die Regelmäßigkeit des Beugungsvorganges sicherlich aber auch durch feinkristalline Einlagerungen gestört, so daß hiernach bei Beobachtung von Anomalien in Lauediagrammen von Mischkristallen nicht mit Sicherheit zu bekunden ist, ob leptonische oder kristalline Fremdkörper den Mischbau kennzeichnen.

[1] M. v. Laue, Röntgenstrahlinterferenz und Mischkristalle. Ann. d. Physik. 4. Folge. 56. p. 497. 1918.

Indes darf man doch wohl annehmen, daß die Ungleichmäßigkeiten des Beugungseffektes mit der Größe dieser Fremdkörper in der Reihe von leptonischen zu kolloidalen Dispersitäten zunehmen.

So wäre also, niedere Temperatur vorausgesetzt [1], in dem Grade der Verwischung der Schärfe des Lauediagramms mikroskopisch einheitlich erscheinender Kristalle immerhin ein nicht zu verschmähender Anhalt dafür gegeben, ob die eine oder andere der obigen Annahmen über den Bau isomorpher Mischungen besser zutrifft.

Es war mir daher von Interesse, Lauediagramme von isomorphen Mischungen mit denen reiner Kristalle zu vergleichen. Im Laufe der letzten Jahre habe ich bei röntgenogrammetrischen Aufnahmen besonders an Mineralien oft Gelegenheit dazu gehabt. Sind doch viele anorganische Naturprodukte, so die Feldspate, Glimmer, Augite, Hornblenden, Olivine, Granate, Turmaline, Zeolithe, anhydrische Sulfate, Spinelle, mancherlei Erze, die ich in Lauediagrammen kennen lernte, solche Mischbauten. Ihren Beugungsbildern stehen gegenüber Aufnahmen an reinen mineralischen Stoffen, wie Quarz, Kalkspat, Gips, Eisenkies u. a. m. Ein durchgreifender Unterschied bezüglich zerstreuter Strahlung und sonstiger Störung ist mir beim Vergleich nicht aufgefallen.

Es spricht dies für die Annahme, daß die Verteilung der Beimengung in isomorphen Mischkristallen in jedenfalls sehr großer Dispersität vor sich geht, die sich der leptonischen stark annähert, wahrscheinlich ihr gleichkommt.

Letzteres angenommen, handelt es sich bei isomorphen Mischkristallen also nicht um kristallographisch regelmäßige Einpflanzungen eines submikroskopischen Punktsystempackens einer Komponente in den Kristallbau einer anderen. Der Kernpunkt des Mischungsvorganges liegt vielmehr in der Möglichkeit, die geometrischen Baugruppen, also Atome oder Atomgruppen, einer Komponente an den korrespondierenden Stellen der anderen unterzubringen. Man wird also hiermit auf die Bedeutsamkeit der Struktur der Atome bezw. Atomgruppen für die Mischkristallbildung geführt; die dafür als das in erster Linie wirksame Moment erscheint, wie ja schon immer in den Vordergrund getreten ist, daß die chemische Natur, insbesondere die Wertigkeit der vikariierenden Atome bezw. Atomgruppen eine bedeutsame Rolle beim Isomorphismus spielt. Der Hinweis auf die Wichtigkeit der Atomstruktur bezüglich isomorpher Mischbarkeit ist aber in der Tat nichts anderes als der strukturell geformte Parallelausdruck für die Wichtigkeit der chemischen Art und insbesondere der Wertig-

[1] Hoher Wärmegrad als Ausdruck für erhöhte innere Beweglichkeit der Teilchen läßt die Lauediagramme verblassen und schließlich nicht mehr zustande kommen.

keit bei isomorpher Äquivalenz, denn die chemische Natur der Atome beruht nach üblicher Auffassung auf der Besetzungsweise des äußersten Elektronenringes im Atomsystem [1].

Erst in zweiter Linie findet die Isomorphie ihren strukturellen Ausdruck in der Dimensionierung der Elementarkörper bezw. des Molekularvolumens. Es bedingen aber gleiche Elementarkörper noch nicht eine isomorphe Mischbarkeit. Auch kann eine nicht unbeträchtliche Verschiedenheit der erwähnten Volumina dennoch mit Mischungsfähigkeit verbunden sein.

In der Hinsicht ist ein Blick auf die Tabelle p. 162 von Interesse. Die Gitterkonstanten von Al, Ag und Au stehen sich sehr nahe, die von Cu und Pb weichen erheblich davon ab. Käme es für den Grad der kristallinen Mischbarkeit nur auf die Abmessungen der Raumgitter an, so wäre zu erwarten, daß Al, Ag, Au (mit $a = 4{,}07$, $4{,}06$ und $4{,}07 \cdot 10^{-8}$ cm) ein durchgehendes Vikarieren zeigen und Cu ($a = 3{,}61$) zu Ag und zu Au im gleichen Verhältnis der Mischbarkeitsbreite stehen würde.

In Wirklichkeit sind zwar Ag und Au durchgehend mischbar, die übrigen aber nur in beschränktem Maße, also auch Au und Al trotz völlig gleich befundenen Gitterkonstanten. Bereits P. Scherrer wies nach Erforschung des Raumgitters vom Aluminium [2] auf die Gittergleichheit dieser beiden Metalle hin zum Beweis, daß chemische Umstände für die Weite der feinbaulichen Mischung eine große Rolle spielen. Außer an der Wertigkeitsdifferenz ist das am Auftreten chemischer Verbindungen von Al und Au ersichtlich [3].

Neben der Dimensionierung der Gitter spielen also noch andere Faktoren eine Rolle, die im Grundmoment auf der Atomstruktur beruhen. Auch bei den trigonalen Carbonaten, deren wesentliche kristallstrukturelle Umstände in Tabelle p. 163 vereinigt sind, aus der eine weitgehende feinbauliche Ähnlichkeit der Glieder dieser Gruppe hervorgeht, werden bezüglich der Mischbarkeit atomstrukturelle Momente wichtig sein. Insbesondere deutet die in der Hinsicht etwas isolierte Stellung des Magnesits darauf hin. Jedoch fehlt es zur vollen Einsicht noch an einer geschlossenen Kenntnis der Mischungsverhältnisse dieser Substanzen.

Ein weiterer Hinweis auf die Bedeutung der Atomstruktur für die kristalline Mischbarkeit liegt in der Abhängigkeit letzterer von der Temperatur. Es wirkt letztere zwar auch auf die

[1] Voraussichtlich wird die Elektronenschar von Atomen, die kristallstrukturell eingebaut sind, sich nicht ringförmig, sondern nach Gesetzen der Kristallsymmetrie verteilen.

[2] Phys. Zeitschr. **19**. p. 23. 1918.

[3] Doch geht letzteres im übrigen mit dem Bestehen von Mischungslücken zwischen metallischen Komponenten nicht allgemein Hand in Hand, wie das am kristallin nur wenig mischbaren Metallpaar Cu—Ag ersichtlich ist.

Gitterdimensionen ein, indes in so geringem Maße, daß hierin nicht das wesentlichste Moment für den oft sehr starken Wechsel der Mischbarkeit mit dem Wärmegrad gesehen werden kann. Z. B. verändert sich (gleichmäßige Ausdehnung vorausgesetzt) der Abstand d der von Na- und Cl-Atomen besetzten Ebenen {100} des Steinsalzes von $2{,}814 \cdot 10^{-8}$ cm bei 0° auf $2{,}884 \cdot 10^{-8}$ cm bei 500°, also um nur $0{,}070 \cdot 10^{-8}$ cm. Vielmehr ist die Temperatur ein Ausdruck der Struktur- und Bewegungsänderung im Komplex des Atoms.

In der Hinsicht ist der starke Wechsel der Mischbarkeit mit dem Wärmegrad bei Halogeniden von Interesse, die ich durch einen meiner Schüler ergänzend habe untersuchen lassen[1]. Na Cl und Na Br bilden danach gleichwie K Cl und K Br aus Schmelze und Lösung, also bei hoher und niederer Temperatur, eine ganz oder fast lückenlose Reihe von Mischkristallen. Na Br und Na J liefern gleichfalls bei hohen Wärmegraden eine durchgehende Mischungsserie, deren Glieder sich indes bei gewöhnlicher Temperatur allmählich auseinander teilen; bei der Bildung aus einer Lösung von 68° weisen sie eine beträchtliche Mischungslücke auf. Auch K Cl und Na Cl kristallisieren beim Erstarren aus der Schmelze in beliebiger Mischung zusammen, gliedern sich aber beim Abkühlen, wie schon Kurnakow und Shemtschushny[2] zeigten, alsbald in die Komponenten; aus Lösungen kristallisieren sie als reine Salze. Schließlich ergibt bereits die Schmelze von Na Cl und Na J eine eutektische Kristallisation mit bedeutender Mischungslücke, und die Lösung der Salze liefert bei 60° die reinen Stoffe.

Die Verschiedenheit der Gitterkonstanten a wächst im großen ganzen im Sinne des allgemeinen Rückgangs der Mischbarkeit dieser Stoffe; sie wird (für gewöhnliche Temperatur) gefunden bei Na Cl—Na Br zu $0{,}58 \cdot 10^{-8}$ cm, bei K Cl—K Br zu $0{,}30 \cdot 10^{-8}$ cm, bei Na Br—Na J zu $0{,}55 \cdot 10^{-8}$ cm, bei Na Cl—K Cl zu $0{,}78 \cdot 10^{-8}$ cm, bei Na Cl—Na J zu $1{,}03 \cdot 10^{-8}$ cm. Die Mischungsmöglichkeit bei hohen Temperaturen kann aber, nach den Ausdehnungskoeffizienten zu urteilen, nicht lediglich auf einem wechselseitigen Ausgleich solcher am Ende der erwähnten Reihe sehr beträchtlichen Unterschiede der Gitterkonstanten beruhen; sie wird vielmehr durch Annäherungen in der Atomstruktur bei der Wärmeerhöhung als Mischungsförderung verursacht sein.

In dem Sinne erscheint also die Temperatur als ein wesentlicher Faktor der Isomorphie. Durch geeignete Wärmeerhöhung kann zwischen Stoffen, die wie Na Cl und K Cl bei gewöhnlicher Temperatur nicht isomorph sind, das Band des Isomorphismus geknüpft werden.

[1] E. Schobert, Kristallisation von Chlornatrium, Bromnatrium und Jodnatrium aus Schmelzen und wäßrigen Lösungen. Dissert. Leipzig 1912.

[2] Zeitschr. f. anorg. Chem. 52. 1907. p. 186.

Dabei ist aber beachtenswert, daß die Mischbarkeit nicht für alle Konzentrationen mit einem Male eintritt. Es zeigt sich also der Einfluß noch eines Atomstruktur- und damit Isomorphiefaktors.

Dieser Faktor ist in der leptonischen Nahewirkung der Stoffe aufeinander gegeben; sie bilden in ihrer wechselseitigen Beeinflussung ein leptonisches Feld, unter dessen Wirkung jede Komponente strukturelle Änderung erfährt[1]. So kann ein Stoffpaar bei gleichbleibender Temperatur bei bestimmten Konzentrationsverhältnissen im Einklange der Isomorphie stehen, bei anderen Stoffproportionen nicht. Bei überwiegendem A paßt sich die Feinstruktur des in geringerer Menge vorhandenen Stoffes B der von A an, so daß isomorphe Mischung gewährleistet wird; entsprechendes gilt, wenn B den Stoff A überwiegt. Beiderseits geht der strukturelle Ausgleich aber nur bis zu einem bestimmten Maße der Konzentration. Die Folge ist eine Mischungslücke, d. h. ein Bereich, in dem keine isomorphe Struktur zustande kommt.

Entsprechende Wirksamkeit können dritte Stoffe ausüben, indem sie, wie bekannt, z. B. Mischungslücken, die zwischen zweien bestehen, verkleinern u. dergl. m.

Der Isomorphismus hängt somit nicht lediglich mit der analytisch-chemischen Zusammensetzung der Stoffe zusammen, sondern auch mit der strukturellen Art ihrer feinbaulichen Bestandteile, die ihrerseits bedeutsam von den physikalischen Umständen beeinflußt wird, unter denen die Stoffe stehen, gleichwie von der chemischen Umgebung, dem stofflichen Felde, das sie in gegenseitiger Einwirkung bilden. Ein Stoffpaar ist nicht schlechthin isomorph, sondern erst in Zuständen atomstruktureller Verwandtschaft; sie hängt von den physikalisch-chemischen Faktoren Temperatur (und Druck) sowie stofflicher Nahewirkung als den wirksamen Einflüssen auf den atomistischen Feinbau ab.

Erst nach Kenntnis dieser Strukturen wird einst das volle Verständnis der Erscheinungen des Isomorphismus nahegerückt sein. Schon jetzt ist zwar der Grund zur Lehre vom Bau und Umbau der Atome und Molekel gelegt, indes konnte die spezielle Figuration dieser „kleinen Planetensysteme" erst für den einfachsten Fall des Wasserstoffes durch das Bohr'sche Modell entwickelt werden. Die Struktur kristallin eingebauter Atome ist noch völlig unbekannt.

[1] Zahlreiche Beispiele der physikalischen Chemie weisen, wie bekannt, auf solche strukturelle Nahewirkungen eines, mit Grandjean zu sprechen, „champ moléculaire de contact" hin, das sich in Änderungen des physikalischen und chemischen Verhaltens, z. B. der Zirkularpolarisation, selbst der eines Wechsels im Rahmen der Isomerie oder der Wertigkeit, bekundet. Vgl. P. Walden, Die Lösungstheorien, hinsichtlich kristalliner Umstände, besonders der Sammelkristallisation R. Gross, Zeitschr. f. Elektronik. 1918. 270, auch F. Rinne, Allgem. Kristallographie (in Kultur der Gegenwart) 1913. p. 549.

So hat man also in der Frage nach den bedingenden Umständen der Isomorphie einen zwar ausgerichteten, aber noch weiten Weg bis zum Ziele vor sich.

3.

Zum Schluß sei gestattet, hier noch die allgemein bedeutsame Frage zu berühren, ob in den isomorphen Mischungen, wenn man sie, wie oben geschehen, als ein einziges leptonisches System auffaßt, physikalische Gemische oder chemische Verbindungen vorliegen mögen.

Legt man den Nachdruck der Formulierung für den Begriff chemische Verbindung, grammatikalisch der Bezeichnung entsprechend, lediglich auf das Bestehen gegenseitiger Verknüpfung durch Nahewirkung, so wären isomorphe Mischungen sicherlich chemische Verbindungen. Alle Atome im Mischkristall stehen durch Affinitätstensoren in regelmäßiger chemischer Verknüpfung miteinander. Auch läßt sich keine standhafte Grenzscheide errichten, wenn man von einem reinen Kristall durch die Mischungsreihe hindurch zum anderen reinen Stoff geht. Im unvermischten $CaCO_3$ des Kalkspats (Fig. 2) z. B. liegt nach aller Meinung eine chemische Verbindung vor. Tritt nun an einer von den vielen korrespondierenden, durch Ca besetzten Stellen ein Mn ein, so wird keinenfalls das Wesen des Ganzen als chemische Verbindung schroff vernichtet. Und so kann man durch weitergehenden Ersatz, Atom für Atom einfügend, in unendlich kleiner „Quantelung“ im Kristall bis zum anderen Ende der Reihe $CaCO_3$—$MnCO_3$ gelangen; eine Grenze zu ziehen zwischen chemischer Verbindung und Gemenge ist in dem Falle unmöglich. Im selben Sinne wird man den Vorgang des chemischen Umbaus zeolithischer isomorpher Mischungen beurteilen. Man kann bei diesen Silikaten z. B. mehr und mehr Ca durch Na_2 ersetzen, wenn man auf einen Ca-führenden Kristall eine NaCl-haltige Lösung einwirken läßt: es vollzieht sich ein kristallographisch-chemischer Umbau nach dem Massenwirkungsgesetz, der in seinen Etappen eine volle Reihe isomorpher Mischungen vom Ca- zum Na_2-Mineral vorstellt. Dabei stehen stets die Bauteile in chemischem Verbande miteinander.

Entsprechen somit die isomorphen Mischungen durch die regelmäßige chemische Verknüpfung ihrer Bauteile dem Wesen chemischer Verbindungen, so werden sie aber anderseits dem zweiten Charakterzug letzterer nicht gerecht. Wie bereits H. Kopp hervorhob, liegt dies Verbindungszeichen in der, unbekümmert um eine ausgiebige Änderung der Entstehungsbedingungen, sich dokumentierenden Konstanz der Atomproportionen vor; sie bekundet den Gegensatz zu typischen molaren Gemischen; deren Zusammensetzung folgt einem Wechsel der äußeren Umstände in stetiger Weise. Ersichtlich trifft dies bei isomorphen Mischkristallen zu.

Indes erkennt man gerade bei ihnen anschaulichst und in allgemein bedeutsamer Weise eine Überbrückung des in Rede stehenden Gegensatzes in dem Umstande, daß die kontinuierlich wechselnden Änderungen ihrer chemischen Zusammensetzung in Wirklichkeit ja auch unstetig ist; es liegt nur an den atomistischen, also analytisch sehr kleinen Sprüngen in einer leptonisch großen Einheit, dem Kristall, daß praktische Kontinuität vorliegt.

So haben die isomorphen Mischungen also ein ganz besonders bedeutsames allgemein chemisches Interesse durch ihren ausgeprägten Charakter als Bindeglied zwischen chemischer Verbindung und physikalischem Gemisch.

Sie stehen in der Hinsicht nicht allein. Physikalisch-chemische Verkettungen treten bei einer leptonischen Nahelage der Teilchen immer ins Spiel; völlig entzieht sich ihnen keine kleindimensional genäherte Stoffgruppierung. Kommen Substanzen, etwa in Lösung, aber auch als feste Körper, in sehr enge Berührung miteinander, so bildet sich ein leptonisches Feld aus, insofern sich physikalisch-chemische Kraftlinien von einem zum anderen Stoff schlingen. In vielen Fällen bekunden sie sich in drastischen Effekten, so bei den gesetzmäßigen Verwachsungen stofflich ungleicher Kristalle, etwa Jodkalium und Muscovit. Es setzt sich das Salz, wie bekannt, in gesetzmäßiger Orientierung zu seiner Unterlage, und zwar in nach {111} plattigen Kristallen ab, im Gegensatz zur Würfelform frei gebildeter und daher zum Glimmer nicht gerichteter Individuen. Man kann nicht umhin, hier mit Grandjean ein „champ moléculaire de contact" anzunehmen, durch dessen Kraftlinien die Glimmer und Jodidatome regelmäßig miteinander verkettet werden.

Im selben Sinne haben bekanntermaßen viele Chemiker und Physiker wie Boerhave, Berthollet, Biot, Poggendorff, Kopp, Guldberg und Waage, Mendelejeff, van't Hoff u. a. über das Wesen der Lösungen gedacht, und im Verfolg anschließender Überlegungen bezeichnete Horstmann die isomorphen Mischungen als chemische Verbindungen mit kontinuierlich wechselnder Zusammensetzung. Man wird die isomorphen Mischkristalle mit ihrer im Sinne der Feinbaulehre ausgeprägten Äquivalenz der Baugruppen aber am ehesten weder zu den chemischen Verbindungen noch zu den mechanischen Gemengen rechnen; vielmehr sind sie als Glied in die theoretisch bedeutungsvolle Übergangsreihe zu ordnen, die sich von den Gemengen über die Kolloide hinweg zu den Verbindungen erstreckt, und zwar finden sie ihren Platz im engen Anschluß an diese.

Institut f. Mineralogie u. Petrographie d. Universität Leipzig.

Bei der Redaktion eingegangen am 10. Mai 1919.

Über Entmischungs-Dispersoide in anisotropen Medien.

Von **Wilhelm Eitel** in Frankfurt a. M.

Mit 22 Textfiguren.

Chloronatrokalit und das System NaCl — KCl.

Vor längerer Zeit hat R. Lorenz und der Verfasser[1] die eigentümliche Erscheinung auf ultramikroskopischem Wege des näheren untersucht, welche man nach dem Vorschlag des ersteren als Metallnebel bezeichnet. Diese bestehen nach den Ergebnissen jener Arbeit in einer den Dispersoiden der Goldrubingläser und des blauen Steinsalzes vergleichbaren feinsten Verteilung eines Schwermetalles in den Kristallen seines Halogenides und lassen sich ultramikroskopisch ausgezeichnet als anisotrop erstarrte „Pyrosole" (= kolloidale Lösungen im schmelzflüssigen Zustand) erkennen. Wenn die Metallnebel als solche auch in der Mineralwelt keine besonders hervorragende Rolle zu spielen scheinen, höchstens in den grau oder braun gefärbten Kristallen des Kerargyrits, Bromargyrits etc. ohne Schwierigkeit bestimmt werden könnten, so ist es doch von großem Werte, die ultramikroskopischen Methoden in Anlehnung an die genannten Versuche, mehr als bisher geschehen, bei mineralogischen Untersuchungen mit heranzuziehen. Es soll daher in der vorliegenden kleinen Mitteilung versucht werden, an einem recht einfachen Beispiel die Vorgänge der Entmischung vorher homogener fester Lösungen zu beschreiben, die gerade im Ultramikroskop eine Fülle lehrreicher Einzelheiten erkennen lassen.

Ein besonders bekanntes Beispiel für das Vorkommen von Entmischungen, welche offenbar ultramikroskopisch feine Partikelchen gebildet haben müssen, ist der sog. Chloronatrokalit, d. h. das eigentümliche Sublimationsprodukt, das bei Vesuvemptionen beobachtet wird und in seiner chemischen Zusammensetzung durch ein Gemisch der Moleküle NaCl und KCl gekennzeichnet erscheint. Seit langem werden nun diese Kristalle, soweit sie nicht direkt makroskopisch die Entmischung durch das Auftreten diskreter Kochsalz- und Sylvin-Würfel erkennen lassen, als opak durchscheinend bezeichnet, so bei Scacchi (Atti d. Accad. Sc. Napoli. 6. 1875. No. 9, 24). Bläulich im auffallenden, gelblich im durchfallenden Lichte zeigen solche Vorkommnisse also deutlich eine wesentliche Eigenschaft eines Dispersoides wie z. B. die Hydrosole von Kieselsäure, Aluminiumhydroxyd etc., wie Milchglas, Opalglas etc., und es muß naheliegen, hier den ultramikroskopischen Effekt direkt an den natürlichen Kristallen aufzusuchen. So zeigt z. B. ein nur wenig NaCl-haltiger opaliner Sylvinkristall vom Monte Somma an

[1] Zeitschr. f. anorg. Ch. 91. 1915. p. 46—65.

einem kleinen würfelförmigen Spaltungspräparat, das an dem früher beschriebenen kristallultramikroskopischen Apparat angebracht worden war, trotzdem es in durchfallendem Lichte vollständig mit gelblicher Farbe durchsichtig erschien, eine ganz außerordentliche Fülle sehr feiner Ultramikronen, so fein sogar, daß von einer Auflösung des „Nebels" in die einzelnen Teilchen nicht mehr die Rede sein konnte (s. Fig. 1). Es ist aber auch unmöglich, bei der gewöhnlichen mikroskopischen Untersuchung irgend etwas von einer Sonderung in zwei heterogene Komponenten wahrzunehmen, so daß wir es hier mit einem ganz typischen Entmischungsdispersoid zu tun haben müssen.

Die Untersuchung des Zustandsdiagrammes K Cl—Na Cl, wie diese von Kurnakow und Zemczuzny [1], sowie neuerdings von R. Nacken [2] gegeben worden ist, zeigt uns auf das deutlichste, daß in der Tat eine Entmischung in den bei hoher Temperatur auskristallisierten festen Lösungen bei der Abkühlung stattfinden muß. Man erkennt einen kritischen Entmischungspunkt bei ungefähr 500^0 und 65 % Na Cl-Gehalt, sowie zwei Entmischungskurven; die Mischkristalle zerfallen schließlich in ein Gemenge von fast reinem Sylvin und Kochsalz, was aber natürlich nur dann wirklich erreicht wird, wenn die Abkühlungszeit zur Herstellung des endgültigen Gleichgewichts genügt. Andernfalls bilden sich nur unvollständige Entmischungen heraus, ja bei genügend rascher Abschreckung gelingt es, sogar die homogenen Mischkristalle in das Gebiet der gewöhnlichen Temperaturen metastabil herüberzuretten; dies hat R. Nacken besonders schön zu bewerkstelligen vermocht, indem er erstarrte K Cl—Na Cl-Schmelzen in Quarzglasgefäßen sehr rasch abkühlte, wobei naturgemäß das Auftreten starker Spannungen in dem metastabilen Kristallgefüge durch anomale Doppelbrechung deutlich in die Erscheinung tritt. Thermische Exposition auf Wärmegrade in der Nähe der Entmischungskurven wird alsdann die tatsächlich stabilen Formen entwickeln, und auf diese Weise hat Nacken ihre Lage durch Eingrenzung der Gleichgewichtszustände beiderseits derselben recht genau gefunden, so daß die früheren Untersuchungen aufs beste ergänzt bzw. berichtigt werden konnten.

Für die Zwecke der vorliegenden Arbeit kam es nach diesen Untersuchungen nicht mehr darauf an, die Lage der Entmischungskurve im Zustandsdiagramm nachzuprüfen, sondern auf ultramikroskopischem Wege festzustellen, wie der Entmischungsvorgang selbst einsetzt, wie sein Fortschreiten sich äußert, und welche Endzustände bei den praktisch zur Verfügung stehenden Zeiträumen erreicht werden können. Ehe an eine ultramikroskopische Untersuchung

[1] Zeitschr. f. anorg. Ch. **52**. 1907. p. 186.

[2] Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss., phys.-math. Kl. 1918. p. 192—200; daselbst weitere diesbezügliche Literaturangaben.

einer größeren Anzahl von Schmelzen von KCl—NaCl-Gemengen geschritten werden konnte, mußte freilich nach den Erfahrungen der früheren Arbeiten über die Metallnebel eine Vorprobe angestellt werden, wie die Schmelzen der reinen Salze ultramikroskopisch sich verhalten. Wäre es z. B. wie bei den damals untersuchten Schmelzen der Schwermetallhalogenide die Regel, daß bei höheren Temperaturen ein freiwilliger Zerfall der Chloride in Halogen und nebelhaltige Schmelze einträte, so müßte man ja, um die Metallnebel, in diesem Falle also Natrium- und Kalium-Nebel, von den Entmischungsnebeln reinlich trennen zu können, bei jeder Schmelze einen Chlorstrom in diese einleiten, um so das Zerfallsgleichgewicht nach der Seite des nebelfreien Chlorides zu verschieben. Eine nicht unter dieser Vorsichtsmaßregel unternommene Schmelzung von Kalium- und Natriumchlorid lieferte indessen stets nur schön ausgebildete Kristalle, welche vollständig klar waren, also schon äußerlich zeigten, daß jedenfalls keine erhebliche Zerfallsreaktion mit „Nebelung" eingesetzt hatte. Eine möglichst sorgfältige ultramikroskopische Untersuchung der Kristalle von Kalium- und Natriumchlorid aus diesen Schmelzen hat allerdings gezeigt, daß dennoch ein gewisser Zerfall eingetreten sein mußte; denn bei sehr starker Vergrößerung und langer Exposition ist es doch gelungen, einige sehr feine Ultramikronen nachzuweisen, welche lebhafte Beugungsfarben zeigen und allem Anschein nach echte Metallnebelteilchen darstellen. Indessen ist diese Erscheinung so ungemein zart (siehe Fig. 2 u. 3), daß es Mühe macht, sie überhaupt zu beobachten; außerdem sind diese Ultramikronen so sehr selten in den sonst optisch vollkommen leeren Kristallen, daß auf sie mit Fug und Recht keine Rücksicht mehr genommen zu werden brauchte, zumal die Entmischungsdispersoide stets außerordentlich viel intensiver als die Metallnebel in die Erscheinung traten.

Es wurden nun systematische Schmelzversuche von Mischungen von Natrium- und Kaliumchlorid angestellt, ohne daß, wie gesagt, gegen die Bildung von Metallnebeln Maßregeln ergriffen zu werden brauchten. Zuerst ergab eine Mischung von 50 Gew.-% KCl und ebensoviel NaCl bei möglichst rascher Abkühlung (unter Herausnahme des Schmelzgefäßes aus dem Ofen) nach der Verfestigung ein Aggregat von Kristallkörnern, welche stellenweise bereits die beginnende Entmischung an der milchglasartigen Trübung erkennen ließen und im Laufe sehr kurzer Zeit vollständig porzellanartig und undurchsichtig wurden. Im Dünnschliffpräparat erkannte man anfangs ausgezeichnet die sehr starke anomale Doppelbrechung, bis auch hier die fortschreitende Entmischung die Durchsichtigkeit aufhob. Im Ultramikroskop ließen selbst diejenigen Stellen, welche noch die charakteristische Spannungsdoppelbrechung der metastabilen Mischkristalle zeigten, bereits unzählige Ultramikronen erkennen, und es sah aus, als beobachte man eine sehr trübe Emulsion. Die

weiter entmischten Partien blendeten direkt durch die Fülle des diffus abgebeugten Lichtes. Es war nun hochinteressant, unter dem Ultramikroskop im Lauf einer Stunde etwa den Fortschritt der Entmischung an den zuerst geschilderten Stellen zu verfolgen. Es sah ganz so aus, als ob ein Hydrosol ausgeflockt werde. Immer dichter und dichter scharten sich die Nebelteilchen, die Durchsichtigkeit nahm ab, und gleichzeitig verschwand, soweit nach dem Augenschein in dem trüber werdenden Medium geurteilt werden konnte, die Doppelbrechung, was auf die Entspannung des Ganzen ein kennzeichnendes Licht wirft. Die Entmischung geht schließlich so weit, daß der Zerfall auch mikroskopisch durch eine eigenartige „Pflaster"-Struktur heterogener Bestandteile sichtbar wird, ja makroskopisch durch Verlust des Oberflächenglanzes der vorher einheitlichen Kristalle. Die ganze Erscheinung konnte im einzelnen photographisch nicht festgehalten werden, weil sie zu rasch wechselte; bei anderen Schmelzen indessen wiederholte sich der Vorgang im wesentlichen genau ebenso, und man hatte dann besser Gelegenheit, die einzelnen Phasen der Entmischung in ihrer Entwicklung zu beobachten.

Bei zwei Schmelzen, die 25 % KCl mit 75 % NaCl bzw. 25 % NaCl mit 75 % KCl enthielten, war der Entmischungsvorgang der primär abgeschiedenen Mischkristalle bei derselben Abkühlungsgeschwindigkeit wie bei dem ersten Präparat mit 50 % KCl bereits etwas besser zu verfolgen; die Fig. 4 und 5 zeigen z. B. je eine Stelle an den noch ziemlich homogenen Mischkristallen, in denen die Entmischung also gerade eingesetzt hatte. Dichte Nebelmassen erfüllen das Gesichtsfeld des Beleuchtungskegels, trotzdem diese Stelle immer noch durchscheinend war und noch schwache Spannungsdoppelbrechung zeigte. Auch diese Präparate waren in Bälde (1—2 Tagen) vollständig porzellanartig geworden und völlig entmischt.

Bei zwei ganz analog wie die vorhergehenden behandelten Mischungen von 12,5 % KCl mit 87,5 % NaCl bzw. 12,5 % NaCl mit 87,5 % KCl fiel sofort auf, daß die schwach opalartig aussehenden Mischkristalle ultramikroskopisch bei weitem nicht mehr so intensive Nebelbildung zeigten als die oben geschilderten. Während bei jenen dichte Wolken das Gesichtsfeld erhellt hatten, sind nun die Entmischungen mehr streifig (s. Fig. 6 u. 7) oder an einzelnen Stellen sternhaufenartig angeordnet, obwohl auch hier immer noch die diffuse Aufhellung recht beträchtlich und auch deutliche Spannungsdoppelbrechung zu beobachten ist. Die fortschreitende Entmischung benötigt nun auch schon einige Tage, um den augenscheinlichen Endzustand der porzellanartigen Beschaffenheit in den Kristallen hervorzurufen.

Noch schwächer wird die ultramikroskopische Entmischungs-Erscheinung bei den Mischungen mit 6,25 % KCl bzw. 6,25 % NaCl:

das Na Cl-reichere Präparat sieht makroskopisch nur ganz schwach opaleszierend aus, das sylvinreiche bereits ganz klar. Demgemäß hat man auch im ultramikroskopischen Bilde im ersten Falle ein schwaches Nebelphänomen vor Augen, im anderen aber die Erscheinung eines fast völlig nebelfreien Kristalls, in dem nur an einzelnen Stellen sich Keime der Entmischung zu zeigen beginnen. (In Fig. 8 sind die ganz hellen Flecke keine Nebel, sondern unvermeidliche Lichteindrücke auf der photographischen Platte, von unscharf eingestellten kleinen Ansammlungen von Luftblasen in der sonst völlig klaren Schmelze herrührend.) Die KCl-reichen Kristalle (Fig. 9) zeigen noch eine sehr deutliche Spannungsdoppelbrechung und laden dazu ein, durch thermische Expositionsversuche nachzuprüfen, wie die Entmischung mit deren Verschwinden zusammenhängt und zur Ausbildung der typischen Entmischungsnebel führt. Während das in Fig. 9 gezeigte Präparat bis auf die erwähnten wenigen Stellen optisch leer erscheint, wird derselbe Kristall nach einer dreistündigen Exposition auf 250° ganz deutlich opaleszierend; er zeigt alsdann ebenso überzeugend das Auftreten ultramikroskopischer Nebelgebilde, und zwar — was uns besonders wichtig erscheint — vor allem gerne in der Nähe von Gasblaseneinschlüssen (s. Fig. 10), ferner an Spaltrissen etc., an denen die Spannungen vermutlich am größten gewesen waren und diese am ehesten ausgelöst werden konnten. Infolgedessen ist es auch erklärlich und sehr bezeichnend, daß die vorher sehr deutliche Spannungsdoppelbrechung merklich abgenommen hat. Desgleichen ist nach 24stündiger Exposition die Reifung der Nebel noch bedeutend weiter fortgeschritten (s. Fig. 11; diese zeigt dieselbe Stelle wie 10) und verbreitert; infolgedessen wird auch die Intensität des abgebeugten Lichtes eine größere (Fig. 11 ist absichtlich wesentlich kürzer belichtet als 10), und der Kristall wird makroskopisch noch stärker opaleszierend. Nach dreitägiger Erhitzung auf 250° erreicht die Entmischung ihren Höchstwert, längere Exposition läßt alsdann keine weitere Reifung des Nebels mehr beobachten. So zeigt auch Fig. 12, daß nunmehr der ganze Kristall erfüllt ist von einem recht dichten diffusen Nebel, der naturgemäß lange nicht so intensiv leuchtet als bei den oben geschilderten Präparaten.

Ganz analog sind die Schmelzen mit 3,13 % KCl bzw. 3,13 % Na Cl zu kennzeichnen. Die Na Cl-reichen Kristalle erweisen sich zunächst als vollkommen klar und optisch leer, mit geringer Doppelbrechung und mit zahlreichen ganz scharf einstellbaren Gaseinschlüssen durchsetzt, um welche keine Andeutungen von Nebeln sich bemerkbar machen (s. Fig. 13). Nach 24stündiger Exposition auf 250° aber erkennt man allenthalben in der Nähe der Einschlüsse etc. die Ausbildung von Entmischungsnebeln (Fig. 14), allerdings zunächst nur in außerordentlicher Zartheit, so daß man mit Vorteil den Tubusanalysator des Beobachtungsmikroskops einschaltet, seine

Fig. 1. Sylvin, schwach NaCl-haltig. Sublimationsprodukt auf Vesuvlava. Vergr. 75 ×.

Fig. 2. Metallnebel, in reinsten Kochsalz beim Schmelzen entstanden. Vergr. 350 ×.

Fig. 3. Metallnebel, in reinstem Chlorkalium beim Schmelzen entstanden. Vergr. 350 ×.

Fig. 4. 25 % KCl, 75 % NaCl rasch abgekühlt. Entmischungsnebel. Vergr. 75 ×.

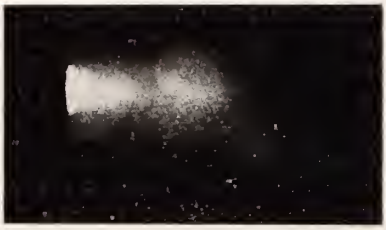


Fig. 5. 25 % NaCl, 75 % KCl: rasch abgekühlt. Entmischungsnebel. Vergr. 75 ×.

Fig. 6. 12,5 % KCl, 87,5 % NaCl rasch abgekühlt. Entmischungsnebel. Vergr. 50 ×.

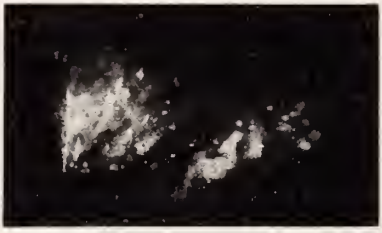


Fig. 7. 12,5 % NaCl, 87,5 % KCl: rasch abgekühlt. Entmischungsnebel. Vergr. 100 ×.

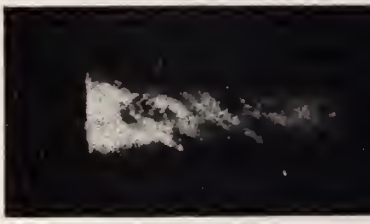


Fig. 8. 6,25 % KCl, 93,75 % NaCl rasch abgekühlt. Schwache Nebe Vergr. 100 ×.

Fig. 9. 6,25 % NaCl, 93,75 % KCl; rasch abgekühlt; fast völlig nebelfrei. Vergr. 100 ×.

Fig. 10. Wie in Fig. 9, jedoch 3 Std. auf 250° exponiert. Deutliche Nebelentwicklung. Vergr. 100 ×.

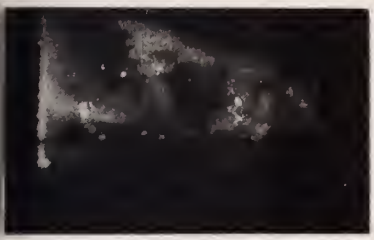


Fig. 11. Wie in Fig. 10. 24 Stunden lang auf 250° exponiert, aber kürzer belichtet. Vergr. 100 ×.

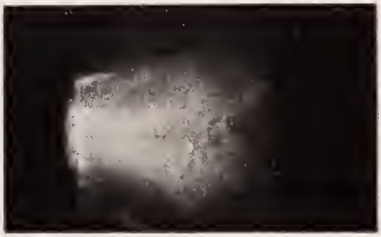


Fig. 12. Wie in Fig. 11, aber 3 Tage lang exponiert. Belichtungszeit der Platte wie in Fig. 11. Vergr. 100 ×.

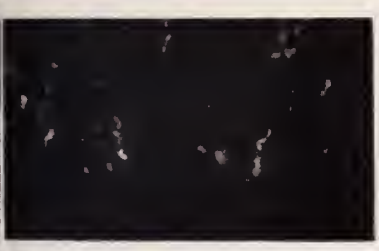


Fig. 13. 3,13 % KCl, 96,87 % NaCl; rasch abgekühlt. Nebelfrei. Vgr. 200 ×.

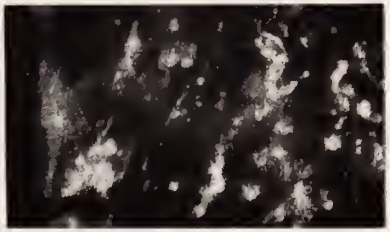


Fig. 14. Wie in Fig. 13, aber 24 Std. auf 250° erhitzt. Vergr. 200 ×.

Fig. 15. Wie in Fig. 14, aber 84 Std. exponiert. Vergr. 75 ×.

Fig. 16. 3,13 % NaCl, 96,87 % KCl; rasch abgekühlt. Deutliche Nebel. Vergr. 75 ×.

Fig. 17. Wie in Fig. 16. nach zweitägiger Exposition auf 250°. Vergr. 200 ×.

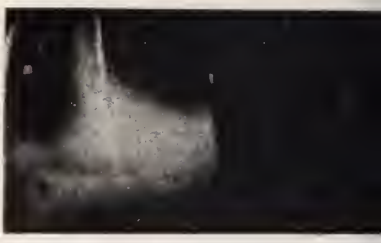


Fig. 18. 1,56 % Na Cl, 98,44 % K Cl langsam abgekühlt. Lokal ausgebildete Nebel. Vergr. 200 ×. (Belicht. 20 Min.

Fig. 19. Wie in Fig. 18. 2 Tage lang auf 200° erhitzt. Dichte Nebel. ($\frac{1}{2}$stündige Belichtung.) Vergr. 200 ×.

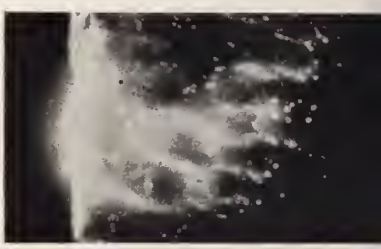


Fig. 20. 0,78 % Na Cl, 99,22 % K Cl Schwache Nebelbildung. ($\frac{1}{2}$stündige Belichtung.) Vergr. 100 ×.

Fig. 21. 0,40 % Na Cl, 99,60 % K Cl. Ganz schwache Nebel. Dünnschliffpräparat. Vergr. 200 ×.

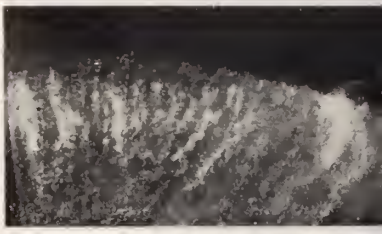


Fig. 22. 0.20 % Na Cl, 99,80 % K Cl. Nebelfrei. Vergr. 100 ×.

Schwingungsrichtung senkrecht zur Schwingungsrichtung des von den Ultramikronen abgebeugten Lichtes einstellt und die empfindliche Farbe des Gipsblättchens von Rot I. Ordnung oder eine andere geeignete Interferenzfarbe anwendet. Die Stellen, an denen Nebel sich befinden, erscheinen alsdann schön rosenrot etc. gefärbt, die diffusen Reflexe von Gasblasen u. dgl. hellweiß, so daß eine Verwechslung der beiden Phänomene ausgeschlossen ist. Die Doppelbrechung des Kristalls selbst erweist sich bei Nachprüfung im durchfallenden Lichte als wesentlich geringer als im

nicht exponierten Präparat. Nach 84stündiger Exposition sind die Nebel schon sehr stark ausgebildet (s. Fig. 15), die Kristalle erscheinen infolgedessen makroskopisch opak, und Spannungsdoppelbrechung ist offenbar nicht mehr vorhanden. Weitere Exposition entwickelt die Nebel nicht mehr stärker. Interessant ist es, daß die KCl-reichen Kristalle mit nur 3,13 % NaCl viel deutlicher und früher sich entmischen als die entsprechenden NaCl-reichen Kristalle. So sind die rasch abgekühlten Präparate der ersteren nicht optisch leer, sondern sie zeigen streifig angeordnete feine Dispersoide und nur ganz geringe Doppelbrechung; die Ultramikronen sind zwar sehr lichtschwach, kommen indessen bei genügend langer Exposition der photographischen Platte hervorragend schön heraus (Fig. 16). Eine zweitägige Erhitzung auf 250° genügte vollkommen, um die Reifung der Nebel zu Ende zu führen, die Doppelbrechung verschwinden zu machen und den Kristall opak werden zu lassen; die streifige Anordnung des Nebels bleibt vollkommen erhalten (Fig. 17). Schon bei den Präparaten in Fig. 13—15 war es schwierig, die Ultramikronenerscheinung wegen ihrer anfänglich sehr geringen Intensität auf der photographischen Platte naturgetreu wiedergeben zu können; es mußten Belichtungszeiten von 15—20 Minuten auch bei sehr hoch empfindlichen Platten (Perutz-Perortho-Grünsiegel-Marke) in Anwendung kommen, und die Eigenart der Erscheinungen, die am besten noch den astronomischen Aufnahmeobjekten wie kosmischen Nebeln verglichen werden könnten, machte besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich. Versuche, die in der Astrophotographie übliche Methode der Vorbelichtung der Platte hierauf zu übertragen, ergaben gelegentlich ganz gute Resultate, besonders bei den weiter unten zu beschreibenden ganz schwachen Nebeln in Sylvin. Indessen hat die Entwicklung der Platten nach dem Erachten des Verfassers die hauptsächliche Aufmerksamkeit des Experimentierenden zu beanspruchen; es ist durch ganz „harte" Entwicklung gelungen, Erscheinungen hier objektiv wiederzugeben, von deren Feinheit sonst ohne persönliche Beobachtung nicht leicht eine Vorstellung gegeben werden könnte.

Ein Präparat mit 1,56 % KCl und 98,44 % NaCl zeigte völlig klare, optisch leere Kristalle, die auch bei 96stündiger Erhitzung auf 200° keine Änderung ihres ultramikroskopischen Bildes mehr erkennen ließen. Daß hier wirklich keine Spur eines Nebels im Sinne eines Entmischungsdispersoides vorliegen konnte, erhellt daraus, daß demgegenüber die eingangs erwähnten Metallnebelteilchen der Schmelze — also vermutlich von Natriumteilchen herrührend — ganz deutlich bei stärkerer Vergrößerung wieder hervortraten. Diese Kristalle sind und bleiben also homogen bei Temperaturen bis zu 200° herunter, und bei noch niedrigeren Temperaturen wird man wohl auch nur schwerlich eine Entmischungsreaktion feststellen können, weil diese alsdann zu langsam verläuft.

Es bestätigt diese Beobachtung also aufs beste die Angabe von R. Nacken, daß die Entmischungskurve auf der Seite des reinen Chlornatriums ganz steil gegen die Konzentrationsachse im Zustandsdiagramm abfallen muß. Theoretische Gründe, nämlich daß Na Cl keine polymorphe Umwandlungserscheinung zeigt, sprechen dafür, daß diese Kurve sogar bis zum absoluten Nullpunkte hin an die vertikale Temperaturachse tangierend verläuft, so daß also $\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{T=0} \pm \infty$ wird. Es könnte auch sein, daß eine Grenzkonzentration bei ca. 1—2 % K Cl-Gehalt vorhanden ist, bis zu der allein eine Entmischung möglich wäre. Der letztere Fall hätte dann eine große Ähnlichkeit mit denjenigen Erscheinungen, welche G. Tammann in einer hochinteressanten Mitteilung[1] über Entmischungsreaktionen durch einseitige polymorphe Umwandlungen in binären Systemen beschrieben hat.

Demgegenüber ist ein Präparat mit 1,56 % Na Cl und 98,44 % K Cl noch sehr deutlich verschieden; es zeigt das geschmolzene und dann langsam abgekühlte Gemenge zwar sehr klare, nicht opaleszierende Kristalle, aber diese enthalten in der Nähe von eingeschlossenen Luftblasen doch immer noch recht deutliche Nebel, wie besonders in der sehr lange belichteten Aufnahme (Fig. 18) hervortritt. Spannungsdoppelbrechung ist in den Kristallen auch mit Hilfe der empfindlichen Interferenzfarbe nicht mehr zu erkennen. Eine zweitägige Exposition auf 200° entwickelt nun in diesen Kristallen deutlich ausgeprägte, wenn auch wenig dichte Nebelschwaden, welche wiederum im polarisierten Lichte mit Hilfe des Gipsblättchens vom Rot I. Ordnung ganz klar herauskamen (Fig. 19).

Selbst in einem Präparat mit nur 0,78 % Na Cl und 99,22 % K Cl zeigen sich noch spontan während langsamer Abkühlung gebildete Nebel, die auf eine begreiflicherweise nur schwache Entmischungsreaktion schließen lassen (Fig. 20). Spannungsdoppelbrechung ist nicht mehr zu erkennen. Sehr reizvoll ist es, zu beobachten, wie zwischen eingeschlossenen Luftblasenzügen in den Kristallen die Nebel im polarisierten Lichte bei Einschaltung des Gipsblättchens vom Rot I. Ordnung in rotem Lichte hervortreten. Eine thermische Exposition auf 100° verändert dieses Bild indessen nicht mehr, auch nicht bei sehr langer Dauer.

Verdünnt man nun das Kochsalzdispersoid in den Sylvinkristallen nochmals auf das Doppelte, so daß nur noch 0,39 % Na Cl auf 99,61 % K Cl kommen, so sind doch immer noch spurenhafte Entmischungen zu bemerken, besonders dann, wenn man einen Dünnschliff nach der früher[2] geschilderten zweiten Methode ultramikroskopisch untersucht. Man macht alsdann die interessante

[1] Zeitschr. f. anorg. u. allg. Ch. 91. 1915. p. 263—276.

[2] Dies. Centralbl. 1919. No. 5/6.

Beobachtung, daß doch noch zwischen sehr deutlich einstellbaren Luftblasen einzelne ganz schwach aufhellende Partien mit den charakteristischen Polarisationseigenschaften der Entmischungsnebel sich in den sonst sehr vollkommen leeren Kristallen befinden; es dürfte allerdings nicht ganz leicht fallen, die Feinheiten der visuellen Beobachtung an solch überaus zarten Objekten bzw. der Originalphotographie allgemein erkenntlich durch Reproduktion darzustellen (Fig. 21). Daß die Entmischungsnebel ganz verschwinden, wenn man die Verdünnung des Natriumchlorids im Sylvin bis zu 0,20 % treibt, erkennt man auch aus Fig. 22, bei welcher der vollkommen optisch leere Kristall die dunkle Hälfte des Gesichtsfeldes einnimmt, während auf der anderen Seite winzige punktförmige und reihenweise angeordnete Bläschen erscheinen, zwischen denen auch bei der stärksten Vergrößerung nicht die geringste Spur eines Entmischungsdispersoides auftritt.

Zusammenfassung und Schluß.

Es wird in dieser Mitteilung gezeigt, daß die Entmischungsreaktionen in anisotropen Medien unter Umständen so außerordentlich feine Strukturelemente ergeben, daß nur die ultramikroskopische Methode befähigt ist, dieselben sichtbar zu machen. Die Beobachtung, daß gewisse Sylvinvorkommnisse, welche Natriumchlorid nebelartig beigemischt enthalten, durch ihre eigentümliche Opaleszenz gekennzeichnet sind, wird durch eine vollständige Untersuchung der aus homogenen Mischkristallen im System K Cl—Na Cl entstehenden Entmischungsstrukturen dahin geklärt, daß eine mikroskopisch feine dispersoide Phase in den vorher homogenen Medien sich ausbildete. Es gelingt, durch thermische Expositionsversuche die äußerst feinen Dispersoide in gröbere ultramikroskopische Elemente überzuführen, ja bei genügenden Gehalten an den beigemischten Stoffen einen makroskopisch sichtbaren Zerfall in die Komponenten zu veranlassen. Es besteht die Aussicht, nach Art des vorliegenden einfachen Beispiels die schwierige Frage der Entmischungsreaktionen in dem mineralogisch so wichtigen System Orthoklas—Albit zu klären, in welchem die homogenen primären Mischkristalle (Anorthoklase) in mikro- oder gar kryptoperthitische Strukturen übergeführt werden müssten.

Frankfurt a. M., Min.-petrogr. Institut der Universität, im September 1918.

Bei der Redaktion eingegangen am 9. Oktober 1918.

Ueber horizontal gebänderte Achate.

Von **Rafael Ed. Liesegang.**

Mit 1 Textfigur.

Der Anwendung einer früher vorgetragenen[1] Diffusionstheorie der Achate auf eine Anzahl von horizontal gebänderten steht kein Hemmnis entgegen. Der innerhalb der Gallerte rhythmisch gefällte Stoff braucht dazu nur von einer glatten Fläche aus einzudiffundieren.

Eine einfache Anordnung zur Erzielung solcher horizontaler Bänder ist folgende: Eine Mischung von Kieselsäure-Sol und Eisenchlorid wird in einem Reagenzglas gelatinieren gelassen. Darauf wird die Gallerte mit Ammoniak überschichtet. Im Laufe einiger Wochen ist die Hauptmasse des Gallertzylinders tiefbraun- und hellgelb getrübt horizontal gebändert. Bei einem der Präparate kamen auf den Zentimeter 7 Streifen. Die Art der Ablagerung bietet der Übersättigungstheorie wahrscheinlich noch einige Schwierigkeiten. Denn der Niederschlag setzte in diesem Fall an keiner Stelle aus[2]. Nur seine Farbe wechselte. Aber hier kam es in der Hauptsache auf den Nachweis der Möglichkeit einer rhythmischen Fällung von Eisenhydroxyd in Kieselsäuregallerte an. Seltsamerweise war gerade diese Reaktion bisher noch nicht versucht worden. —

Für eine große Anzahl von horizontal gebänderten Achaten scheint jedoch diese Theorie kaum anwendbar zu sein. Unter Vermeidung einer eingehenden Beschreibung[3] der besonders für Uruguay charakteristischen Form sei nur auf deren anscheinende Abhängigkeit von der Schwerkraft hingewiesen. Die Wiederauffindung einer in Vergessenheit geratenen physikalischen Erscheinung und die zufällige Auffindung eines sehr eigenartig gebauten Achats ließ eine neue Erklärungsart möglich erscheinen.

In einem Gefäß mit irgend einer wäßrigen Salzlösung möge deren Konzentration von oben nach unten allmählich zunehmen. Bei einer Erwärmung der Flüssigkeit bilden sich oft zahlreiche scharf begrenzte Bänder in derselben. Sie unterscheiden sich durch sprunghafte Änderung des Lichtbrechungsvermögens. Auch durch rasche Abkühlung einer warmen Flüssigkeit mit kontinuierlichem Konzentrationsanstieg kann man letzteren zu einem sprunghaften machen. Auch die Temperatur steigt sprunghaft von einer höheren

[1] Dies. Centralbl. 1910 p. 593; 1911 p. 497.

[2] Ein gleicher Zusammenhang der verschieden gefärbten Bänderungen von Eisenverbindungen zeigt sich auch beim Münzenberger und manchen anderen Sandsteinen.

[3] Vgl. den von H. Hein. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 25. p. 221 beschriebenen „Chalcedon mit geraden Schichten". — Liesegang. „Die Achate." Fig. 38—41.

zu einer tieferen Schicht. Aufsteigende Luftbläschen werden von den Schichten seitwärts abgelenkt. Hier macht sich also eine Oberflächenspannung der Grenzflächen bemerkbar. Ein in die Flüssigkeit gestreutes leichtes Pulver bleibt teilweise auf den Grenzflächen liegen.

Diese Erscheinung war schon 1879 von J. U. Lloyd beobachtet worden[1]. Unabhängig von ihm beschrieb sie A. Sinding-Larsen 1902 von neuem[2]. Erst bei einer abermals davon unabhängigen dritten Auffindung wurde auf die Bedeutung derselben für die Erklärung der von M. Rózsa beschriebenen heißen ungarischen Salzseen aufmerksam gemacht. Auch hier besteht ein Konzentrationsgefälle der Kochsalzlösung. Die Erwärmung durch die Sonnenbestrahlung macht dieses Gefälle zu einem sprunghaften. Dadurch baut sich die Sonnenstrahlung gewissermaßen selbst das „Gewächshaus".

Lloyd und Sinding-Larsen haben eine von den angrenzenden Schichten unabhängige Zirkulation innerhalb jeder Schicht beobachtet. Sie wird besonders bei Gegenwart feiner suspendierter Pulver bemerkbar: Beim Erwärmen steigt die Lösung innerhalb jeder Schicht an der Glaswand hoch. Im Zentrum sinkt sie wieder nieder. Wie beim Golfstrom zeigen die entgegengesetzten Ströme der aufeinanderfolgenden Schichten eine gewisse Unabhängigkeit voneinander. Ist aber eine derartige Zirkulation dauernd notwendig? Zuweilen erhielt ich beim Erwärmen einer etwas methylenblauhaltigen Kochsalzlösung mit stärkerem Konzentrationsgefälle in einem Bezirk von 3 cm bis zu 10 scharfen Bändern. Zunächst waren dieselben durch den Brechungsindex deutlich zu erkennen. Verstärkt wurde die Wirkung noch farbig durch die Ablagerung eines Teils des kolloiden Pigments auf den Grenzflächen. An Stellen des Gefässes mit geringerem Konzentrationsgefälle waren die Schichtabstände erheblich größer. Nur an letzteren war die Zirkulation sichtbar. Bei anderen Lösungen erhielt ich zuweilen Andeutungen einer farbigen Zerlegung des weißen Lichtes wie durch feine Gittersysteme. Hier ist die dynamische Erklärung durch dauernde Zirkulation nicht mehr gut vorstellbar. Jedoch ist hier nicht der Ort für eine physikalische oder physikalisch-chemische Deutung der Erscheinung. Die Hauptsache ist die Entstehungsmöglichkeit solcher Schichten durch Erwärmen oder Abkühlen überhaupt. (Von der Entstehung der erstgenannten ist sie natürlich durchaus verschieden.) Erwähnt sei nur noch ihre leichte Erzeugbarkeit auch in einer entsprechend verteilten Lösung von Wasserglas (= Natriumsilikat mit überschüssiger Kieselsäure). In einer Gelatinelösung mit entsprechendem Konzentrationsgefälle lassen sich die horizontalen Schichten durch

[1] Proc. Americ. Pharm. Assoc. 1879. p. 682; Kolloidchem. Beih. 8. (1916.) p. 206.

[2] Ann. d. Phys. (4.) 9. (1902.) p. 1186.

rasches Gelatinieren dauernd fixieren[1]. In diesem Zustand ist natürlich eine dynamische Theorie nicht mehr angebracht.

Eine derartige Entstehung der horizontal gebänderten Achate sei als Arbeitshypothese hingestellt. Die Kieselsäure müßte in irgendeiner gelösten Form vorhanden gewesen sein. Vielleicht handelte es sich um eine heiße hochkonzentrierte kieselsäurereiche Alkalisilikatlösung. Dieselbe könnte durch Abkühlung geschichtet und bald darauf in die Gallertform übergeführt worden sein. Dadurch wäre dieser Zustand wie bei der Gelatinegallerte fixiert worden. Später erfolgte die vollkommene Umwandlung in Kieselsäure.

R. Nacken hat kürzlich in einer sehr wichtigen Arbeit auf die Bedeutung der über der kritischen Temperatur des Wassers (375°) befindlichen kolloiden Kieselsäurelösungen für die Achat-Theorie hingewiesen[2]. Auch er erklärt die Notwendigkeit einer verschiedenen Erklärung der Festungs- und der horizontal gebänderten „Uruguay"-Achate. Bei der Abkühlung wurden die Temperaturen unter dem kritischen Zustand erreicht. Hierbei sei eine emulsionsartige Entmischung der Geodenfüllung eingetreten: Es bildeten sich zwei Phasen von zunächst nur geringem Unterschied und nur wenig abweichendem spezifischem Gewicht aus. In dieser Emulsion vereinigten sich die Tropfen allmählich zu größeren und sanken infolge ihrer größeren Schwere zu Boden. Dort breiteten sie sich aus.

Bei dieser Erklärung bildet aber die eigentliche Schichtung noch ein besonderes Problem. Denn der Anlaß zu einem Sprunghaften fehlt. Erst beim Hinzukommen des letzteren würde die weitere Annahme von Nacken größere Bedeutung bekommen: „Verunreinigungen werden sich hierbei auf der Oberfläche der Tropfen ansammeln und können die feinen Grenzlinien zwischen den Schichten verursachen."

Das hindert jedoch nicht eine Annahme der sonstigen Voraussetzungen Nacken's. Vielmehr erleichtert die Annahme einer sehr hoch erhitzten kolloiden Kieselsäurelösung die Erklärung des hohen Gehalts der Geoden an Kieselsäure ungemein. Im Anschluß an E. Jordis und W. Hennis spricht auch er von der Möglichkeit einer Stabilisierung des Systems durch Alkalisilikate.

Zu der Annahme einer Gegenwart der letzteren verlockt besonders der neu zu beschreibende Uruguay-Achat. Neben der typischen horizontalen Bänderung zeigt derselbe ganz ausgezeichnet ausgebildete grüne „Silikatgewächse". Solche würden sich in einem von Alkalisilikat freien Kieselsäuresol nicht bilden können. Das Alkalisilikat hätte also in diesem Fall noch eine zweite Funktion.

[1] Kolloid-Zeitschr. **16**. (1915.) p. 13.

[2] Die Naturwiss. **5**. (1917.) p. 269 u. 292.

Derartige grüne Schläuche erhält man bekanntlich leicht beim Einwerfen eines Stückchens von einem Eisenvitriolkristall in Wasserglas. In seiner „Lithogeognosia“ hat Joh. Heinr. Pott diese „metallischen Vegetationen“ schon 1746 beschrieben. 1858 hat sie Gergens zur Erklärung von „konfervenähnlichen Bildungen in manchen Chalzedonkugeln“ benutzt.

Diese von unten nach oben wachsenden Schläuche müssen sich in dem noch flüssigen Material vor der Horizontal-Bänderung desselben ausgebildet haben. Denn letztere ist nicht dadurch beeinflußt worden.

Uruguay-Achat mit Silikatgewächsen. (Nat. Größe.)

Auch Nacken erwähnt das Nebeneinandervorkommen der beiden Bänderungsarten. Um ein solches handelt es sich auch hier: Die grünen Schlauchinhalte sind von konzentrisch gebänderten Schlauchhüllen umgeben. Hier fällt Gallertbildung und Bänderungsbildung zeitlich zusammen.

Bei der Betrachtung der einzelnen horizontalen Schichten dieses Achats zeigen sich darin kleine schwebende Körnchen. Deren Größe nimmt nach unten hin auffallend zu. Sie sind während des Sedimentierens durch die Verfestigung der Masse überrascht worden. Jedenfalls weist auch dies auf die richtige Stellung der Figur hin: Man kann nicht etwa die Silikatgewächse als Stalaktiten deuten.

Eine Schwierigkeit dieser Schichtungstheorie soll nicht verschwiegen werden. Sie entspringt allerdings einer Beobachtung an einem anderen horizontal gebänderten Achat. Bei ihm ist durch Verwitterung randlich starke „Entglasung“ eingetreten. Die oberen Schichten erweisen sich dabei von gleicher Widerstandsfähigkeit wie die unteren. Bei einem ehemaligen Konzentrationsgefälle der Kieselsäure von unten nach oben wäre dies nicht zu erwarten. Man müßte deswegen noch eine Hilfshypothese machen: Das Konzentrationsgefälle kann auch von einem beliebigen anderen Stoff geschaffen werden. Die Kieselsäure könnte ursprünglich ziemlich gleichmäßig verteilt gewesen sein.

Bemerkenswerterweise ist bei jenem Stück (mit einer einzigen Ausnahme) jedesmal im (vermutlich) oberen Teil einer Einzelschicht die Entglasung am weitesten fortgeschritten.

Kohlendioxydgas im Woëvre-Ton.

Von **E. Hentze**-Hamburg.

Im Sommer 1917 hatte ich Gelegenheit, im Gebiete des Woëvre-Tones in „Nordfrankreich“ [1] ein praktisch weniger wichtiges, wissenschaftlich aber recht interessantes Auftreten nicht unbedeutender Mengen Kohlendioxydgas zu beobachten.

In einer Baugrube, nordwestlich von Etain, die am Hange eines niedrigen, ganz aus Woëvre-Ton bestehenden Hügels angelegt wurde, trat eines Tages plötzlich eine größere Menge Gas auf, das bei den Arbeitern Atembeklemmung, Erstickungsgefühl und schnelles Bewußtloswerden hervorrief. Eine vorsichtig in die Grube gebrachte offene Lampe erlosch an bestimmter Stelle, der Oberfläche des Gases, das offenbar spezifisch schwerer als Luft war. Zur Zeit des Auftretens des Gases herrschte zudem ein ziemlich hoher Luftdruck und drückende Sommerschwüle. Mehrere von mir an Ort und Stelle angestellte chemische Reaktionen ergaben starke Rötung feuchten blauen Lackmuspapieres und ziemlich kräftigen Niederschlag in Kalkwasser, während Reaktionen auf schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, Methan usw. ein negatives Ergebnis lieferten. Ich halte nach meinen Beobachtungen das auftretende Gas für Kohlendioxyd. Nachdem die Baugrube einige Tage stillgelegen hatte und gründlich durchlüftet war, während gleichzeitig das Barometer fiel und Regen eintrat, war vom Gas keine Spur mehr vorhanden. Bei

[1] Für seine Ausdehnung bietet die allerdings reichlich zusammenfassend gehaltene Arbeit von Wohlgemuth, Recherches sur le Jurassique moyen à l'est du bassin de Paris, Nancy 1883, sowie Lemoine's Géologie du bassin de Paris, Paris 1911, einen, wenn auch nicht sicheren, Anhalt.

der nunmehr aufgenommenen Weiterarbeit wurden von Zeit zu Zeit bis zu einer Tiefe von ungefähr 6 m unter der Erdoberfläche dieselben Erscheinungen wieder beobachtet. Bei größeren Tiefen trat Gas nicht mehr auf.

Die Beobachtungsstelle liegt ungefähr im mittleren Abschnitt der noch nicht sicher (ungefähr 270 m) festgestellten Gesamtmächtigkeit des Woëvre-Tones, der hier ungefähr 1,5° nach Westen einfällt. Da leider eine genaue Horizontierung des teils lagenweise fossilreichen, stellenweise Bänke knolligen Kalkes führenden, meist aber fossilleeren Woëvre-Tones bislang noch fehlt, läßt sich die in Betracht kommende Zone in der Schichtenfolge nicht genau festlegen.

Der an und für sich tief lavendelblaue Woëvre-Ton ist hier durch Verwitterung bis zu einer Tiefe von 2—3 m intensiv gelb bis rostbraun gefärbt und schwach durchfeuchtet und geht nach der Tiefe zu allmählich in lavendelblauen, außerordentlich festen Ton über, der so zäh wird, daß stellenweise Schießarbeit wünschenswert erscheint. Sowohl der gelbe Verwitterungshorizont als auch noch die obersten Schichten des blauen Tones sind, von oben nach unten an Menge abnehmend, durchsetzt mit schwebend eingelagerten Gipskristallen oder -kristallgruppen. Auch läßt sich ein geringer, mit der Tiefe anscheinend zunehmender Kalkgehalt nachweisen.

Die Tatsache, daß der unverwitterte Woëvre-Ton seine lavendelblaue Farbe einem Gehalt an Schwefelkies verdankt, der stellenweise sogar bankig unter Ausbildung ± großer Kristallindividuen oder -gruppen eingelagert ist, veranlaßt mich zu folgender Erklärung des Auftretens des Kohlendioxydes: Durch die langsam von Tage eindringenden Wässer verwittert der Schwefelkies des Woëvre-Tones unter Bildung von Eisenoxydhydrat und freier Schwefelsäure. Diese zersetzt den vor dem Prozesse in größerer Menge vorhandenen kohlensauren Kalk unter Bildung von Gips und freiem Kohlendioxyd. Die Bergfeuchtigkeit reicht nicht aus, um alles gebildete Kohlendioxyd zu lösen, und so sammeln sich ± große Mengen Gas an. Ob es zu einer Bildung von Calciumbicarbonat kommt, konnte ich nicht feststellen. Das Gas muß sich nach den oben geschilderten Beobachtungen offenbar in Spalten und sonstigen Hohlräumen ansammeln und durch allmähliche Zufuhr neu entstandenen Gases komprimiert werden. Wird eine solche Stelle angestochen, so entleert sich naturgemäß das unter Druck stehende Gas. In den oberen, schon stark verwitterten Tonschichten wird das Gas entweder langsam entweichen oder beim Beginn von Grabungsarbeiten sich unmerklich mit der Luft vermischen. (Vielleicht auch beides zugleich.) Die Abnahme des Reichtums an Gipskristallen mit der Abnahme der Verwitterung sowie das Gebundensein des Gases an die Zone fortschreitender

Verwitterung scheinen mir meine obigen Vermutungen einerseits zu bekräftigen und anderseits darauf hinzuweisen, daß der Prozeß des Schwefelkieszerfalles und der Gips- und Kohlendioxydentstehung noch heute fortdauert und mit der Verwitterung fortschreitet.

Im unverwitterten Woëvre-Ton sind ähnliche Erscheinungen meines Wissens bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Wie ich erfahren habe, sind „Stickgase" auch noch an anderen Stellen Nordfrankreichs bei Erdarbeiten hindernd aufgetreten, und zwar nördlich Pont à Mousson (dort, wo die französische geologische Karte 1 : 80 000 auf Blatt Commercy vorwiegend Kalke mit gelegentlichen Mergelbänken am Dogger—Lias-Übergange verzeichnet), ferner in der Umgebung des deutsch-lothringischen Dorfes Delm, nordwestlich Château-Salins (vermutlich auch an der Dogger—Lias-Grenze) und außerdem zwischen Montdidier und Noyon (in der Kreide an Stellen, die die genannte französische Karte auf Blatt Laon und Blatt Montdidier als „argile plastique, sables calcaires et lignites" sowie „sables et grès glauconieux" angibt). Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß es sich, wenigstens bei den ersten beiden Vorkommen, gleichfalls um Kohlendioxyd handelt.

Ein Verfahren zur Herrichtung von schiefrigen und lockeren Gesteinen zum Dünnschleifen.

Von **K. Schlossmacher** in Berlin.

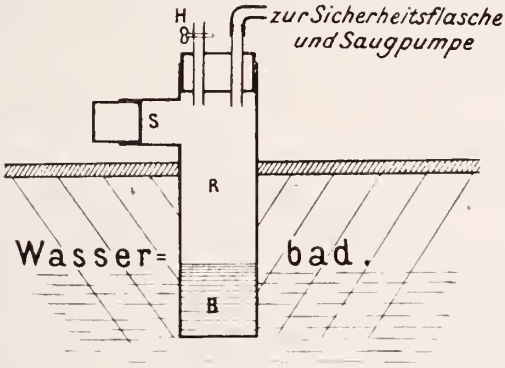
Mit 1 Textfigur.

Die Schwierigkeiten, mit denen man immer wieder bei dem Versuche, lockere oder schiefrige Gesteine zu schleifen, zu kämpfen hat, haben mich seinerzeit veranlaßt, im Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Heidelberg einen Apparat zu konstruieren, der geeignet ist, solches Material derartig herzurichten, daß die Anfertigung eines Dünnschliffes in den Bereich der Möglichkeit gerückt wird. Unter den jetzigen Verhältnissen dürfte vielleicht mancher darauf angewiesen sein, seine Präparate selbst anfertigen zu müssen; aus diesem Grunde erscheint mir zurzeit die Mitteilung der Einrichtung auch für weitere Kreise nicht ganz ohne Interesse.

Beim Schleifen von lockeren und schiefrigen Gesteinen kommt es darauf an, die reichlichen und so verderblichen Lücken zwischen den einzelnen Gesteinspartikeln möglichst gleichmäßig mit Canadabalsam auszufüllen. Durch ein einfaches Eintauchen und Erhitzen ist dies natürlich nicht zu erreichen, es gehört vielmehr ein systematisches Ersetzen der diese Hohlräume erfüllenden Luft mit Canadabalsam, und zwar mit solchem Canadabalsam, der beim Erwärmen

keine Blasen mehr wirft, dazu. Zu diesem Zwecke muß der Balsam zunächst durch Erhitzen, am besten unter gleichmäßigem Absaugen der entweichenden gasförmigen Stoffe, entsprechend vorbereitet werden. Dies geschieht in der in beigegebener Figur schematisch angedeuteten Anordnung, die zugleich die definitive Anordnung für die Präparation des Schleifsplitters ist.

Der Canadabalsam wird in einer solchen Menge, daß auch größere Schleifsplitter bequem eingelegt werden können, in den Glaskolben *R* — die Dimensionen mögen dem Gutdünken jedes einzelnen überlassen werden — gefüllt und unter gleichzeitigem Absaugen mit der Saugpumpe auf dem Wasserbade erhitzt. Dabei darf weder das Erhitzen noch das Absaugen zu stark getrieben werden, da sonst ein Überschäumen der Masse und damit ein Verlust an Balsam und ein Verschmieren der ganzen Einrichtung



eintritt; man muß also zunächst dabei stehen und regulieren und erst, wenn der Vorgang einen gleichmäßigen sicheren Gang angenommen hat, die Sache sich selbst überlassen. Gibt der Balsam auch bei stärkerem Erhitzen keine wesentlichen Blasen mehr, so ist er genügend vorbereitet. Beim Abstellen der Saugpumpe ist darauf zu achten, daß vorher durch den Hahn *H* Luft eingelassen wird, damit kein Wasser aus der Saugpumpe in den Kolben *R* getrieben werden kann. Um einen solchen Unglücksfall ganz auszuschließen, ist eine Wulff'sche Flasche in den Weg zur Saugpumpe eingeschaltet, die nötigenfalls das zurücksteigende Wasser abfängt. Den so präparierten Balsam kann man dann in dem gegen Verschmutzen verschlossenen Kolben *R* bis zum Gebrauche aufheben.

Soll nun ein Gesteinssplitter mit dem Balsam getränkt werden, so bringt man ihn nach gehöriger Reinigung und Trocknung durch die mit einem Gummikorke verschließbare seitliche Öffnung in den Stutzen *S* des Kolbens *R*, und nach luftdichtem Abschluß werden Wasserbad und Saugpumpe in Betrieb gesetzt. Auf diese Weise wird die

die Zwischenräume im Splitter erfüllende Luft, die dem Eindringen des Balsams sonst so hinderlich ist, einigermaßen ausgetrieben und der Balsam gleichzeitig erwärmt. Ist die nötige Dünnflüssigkeit des Balsams erreicht, so stürzt man durch ein leichtes Kippen des Kolbens *R* den Splitter aus dem Stutzen *S* in den Balsam. Dort wird zunächst ein gelindes Aufschäumen, das aber an dem Splitter haftet und von der vor dem eindringenden Balsam noch entweichenden Luft herrührt, stattfinden; hat dieses aufgehört, so ist der Splitter genügend durchtränkt und kann (nach Öffnen des Hahnen *H* und dann Abstellen der Luftpumpe) mit einer Pinzette aus dem Balsam herausgefischt werden. Der Balsam in der Röhre verbleibt für weitere Präparierungen in dieser und kann von Zeit zu Zeit durch Zugeben von frischem Balsam und erneutem Einkochen aufgefüllt werden. Sollte der Balsam einmal durch zu langes, z. B. monatelanges Stehen zu hart werden und die zähflüssige Form verlieren, so läßt er sich durch Verdünnen mit Xylol wieder in den gewünschten Zustand bringen.

Wohlfeiler Platindraht-Ersatz zur Erzeugung von Flammenfärbungen.

Von **A. Ehringhaus** in Göttingen.

Den Platindraht, den man in chemischen und physikalischen Laboratorien zur Erzeugung von Flammenfärbungen zu benützen pflegt, kann man einfach und billig durch einen Streifen Filtrierpapier ersetzen. Um eine Salzlösung auf Flammenfärbung zu prüfen, tränkt man einen mehrfach gefalteten schmalen Streifen reinen Filtrierpapieres mit dieser Lösung und bringt dann das feuchte Ende des Streifens in die äußeren Partien einer Bunsenflamme. Liegen feste unlösliche Salze vor, so taucht man den Streifen in verdünnte Salzsäure und bestreut ihn mit dem Salz. Man erhält in beiden Fällen eine gute, reine Flammenfärbung, die so lange anhält, wie das Filtrierpapier durch die Feuchtigkeit und das Salz vor dem Verbrennen geschützt wird. Es gelingt auch, nach dieser Methode monochromatische Dauerflammen zu erzeugen. Man braucht hierzu nur das eine Ende eines Filtrierpapierstreifens in ein mit der Salzlösung (z. B. Na Cl) gefülltes Schälchen dauernd einzutauchen und das andere Ende in die Bunsenflamme einzuführen. Ein leichtes Verkohlen des Filtrierpapieres schadet durchaus nichts, da sich bald eine Salzkruste bildet, die durch ihre Porosität immer frische Lösung ansaugt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Lauediagramme des Benitoit.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 12 Textfiguren.

Die Beugungsmuster von Röntgenstrahlen, die ein Kristallpunktsystem durchdringen und als Lauediagramme auf photographischen Platten aufgefangen werden, können, wie bekannt, zur Unterscheidung von 11 Abteilungen der 32 Kristallklassen dienen. Man erhält diese 11 Gruppen durch Beifügung eines Symmetriezentrums zur Klassensymmetrie, im Falle es ihr mangelt. Damit schließen sich einerseits die Klassen des pedialen und pinakoidalen und anderseits die des sphenoidischen, domatischen und prismatischen Typus der Kristallsysteme zu je einer Abteilung zusammen. Die nachstehenden Fig. 1—6 geben eine einfache projektionsmäßige Erläuterung dazu.

Außerdem kommen im trigonalen und im tetragonalen System je zwei trigyroidische bezw. tetragyroidische Klassen in Betracht. die sich röntgenographisch durch den nämlichen Symmetrieznsatz dem pinakoidalen und prismatischen Typus zugesellen, wie es die Fig. 7 und 8 zeigen.

Bei Symmetrieerkundungen von Kristallen mittels der Lauediagramme taucht also jeweils die Frage auf, ob die zur Unterscheidung stehenden Klassen im obigen Sinne röntgenographisch verschieden sind oder nicht. Z. B. standen beim hier zu behandelnden Benitoit zu Zeiten die trigonal bipyramidale, ditrigonal bipyramidale und ditrigonal pyramidale Klasse für das Mineral in Frage. Wie die betreffenden Figuren zeigen, würden diese drei Fälle unterschiedliche röntgenographische Effekte geben, insofern die Lauediagramme entweder eine hexagonal bipyramidale oder eine dihexagonal bipyramidale, bezw. eine ditrigonal skalenoedrische Symmetrie aufweisen müßten.

Die einschlägige Frage könnte also röntgenogrammetrisch entschieden werden, vorausgesetzt, daß keine störenden Momente sich geltend machen, die Unregelmäßigkeiten der Diagramme mit sich bringen. Besonders haben H. Haga und F. M. Jaeger auf Abweichungen der Lauediagramme von der erwarteten Symmetrie hingewiesen. Auch ich habe bei mannigfachen Aufnahmen Gelegenheit gehabt, solche Störungen kennen zu lernen. Man kann ihnen, wie

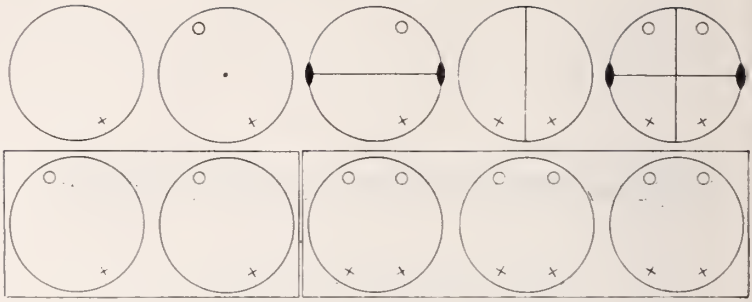


Fig. 1. Triklines und monoklines System (Urformen).

Reihe a: Stufen 1—5 (pediale, pinakoidale sowie sphenoidische, domatische und prismatische Stufe).

Reihe b: Symmetrie der entsprechenden Röntgenogramme.

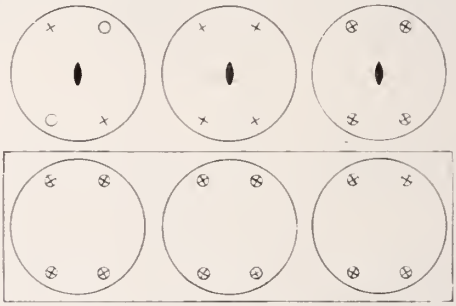


Fig. 2. Rhombisches System (digonaler Rhythmus).

Reihe a: Stufen 3, 4, 5 (digyrisch-sphenoidische, domatische und prismatische Stufe). Die digyrisch-pediale und pinakoidale Stufe sind bereits im monoklinen System enthalten.

Reihe b: Symmetrie der entsprechenden Röntgenogramme.

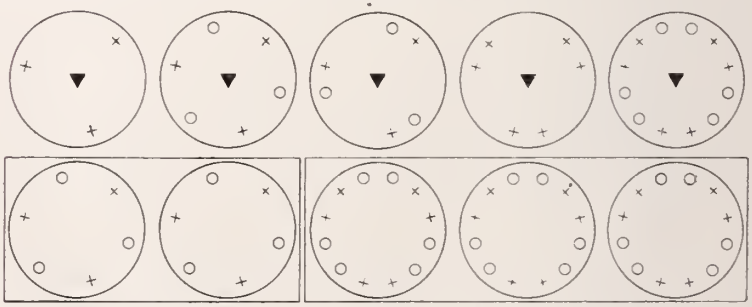


Fig. 3. Trigonales System. 1. Abteilung (trigyrischer Rhythmus).

Reihe a: Stufen 1—5 (trigyrisch-pediale, pinakoidale, sphenoidische, domatische und prismatische Stufe).

Reihe b: Symmetrie der entsprechenden Röntgenogramme.

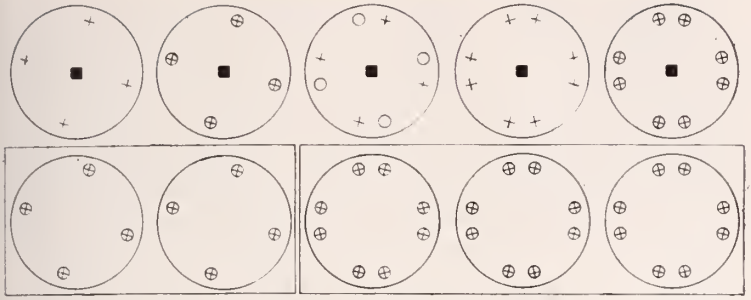


Fig. 4. Tetragonales System. 1. Abteilung (tetragyrischer Rhythmus).
Reihe a: Stufen 1—5 (tetragyrisch-pediale, pinakoidale, sphenoidische, domatische und prismatische Stufe).
Reihe b: Symmetrie der entsprechenden Röntgenogramme.

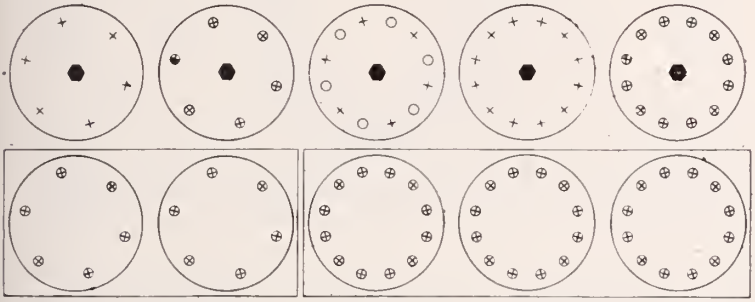


Fig. 5. Hexagonales System (hexagyrischer Rhythmus).
Reihe a: Stufen 1—5 (hexagyrisch-pediale, pinakoidale, sphenoidische, domatische und prismatische Stufe).
Reihe b: Symmetrie der entsprechenden Röntgenogramme.

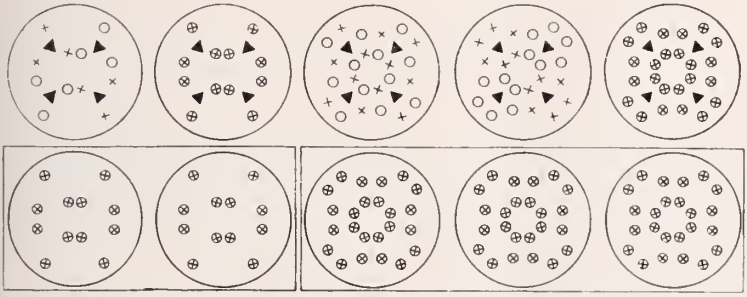
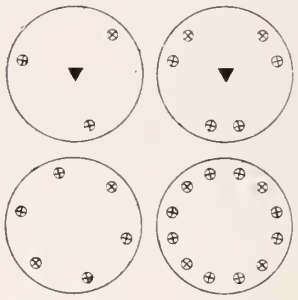
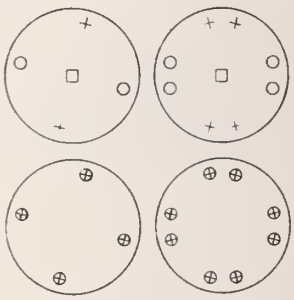


Fig. 6. Isometrisches System (isometrisch-trigyrischer Rhythmus).
Reihe a: Stufen 1—5 (isometrisch-trigyrisch-pediale, pinakoidale, sphenoidische, domatische und prismatische Stufe).
Reihe b: Symmetrie der entsprechenden Röntgenogramme.

die Erfahrung zeigt, oft entgehen, wenn recht genaue Orientierung der zu untersuchenden Kristallplatten befolgt bleibt, was durch präzise Handhabung des vortrefflichen Wülfing'schen Schleifapparates bei kristallographisch gut ausgebildetem Material verbürgt wird. Es ist zu bedenken, daß die Reflexprojektionen, wie sie in den Lauediagrammen für die Strukturflächen vorliegen, eine Abweichung der Normallage stark zur Geltung bringen. Liegt z. B. die Hauptachse einer nach {001} geplanten tetragonalen Platte nicht genau



7



8

Fig. 7. Trigonales System. 2. Abteilung (trigyroidischer Rhythmus).
Reihe a: Stufen 6 und 7 (trigyroidisch-pediale und domatische Stufe).
Reihe b: Symmetrie der entsprechenden Röntgenogramme.

Fig. 8. Tetragonales System. 2. Abteilung (tetragyroidischer Rhythmus).
Reihe a: Stufen 6 und 7 (tetragyroidisch-pediale und domatische Stufe).
Reihe b: Symmetrie der entsprechenden Röntgenogramme.

in Richtung des Primärstrahls, so bekunden sich auch die Prismenflächen, die bei richtiger Lage nicht reflektieren, mit oft sehr starken Punkten dicht am Einstich des Hauptstrahls. Dazu kommt dann ein einseitiger Interferenzausfall bestimmter Strahlen, was zusammen oft eine starke Herabminderung des Symmetrieeffektes mit sich bringt. Sehr wesentlich ist fernerhin, die zu durchleuchtende Partie unter dem Mikroskop auf Reinheit der Substanz zu untersuchen, bezw. eine geeignete Stelle auszuwählen. Eine starke Einengung der Blendenöffnung macht das auch z. B. bei durch Einschlüsse ungleichmäßigem Material oft noch möglich. Krümmungen, strahliger Bau u. dgl. lassen ein Material für röntgenogrammetrische Untersuchungen natürlich wenig geeignet erscheinen [1].

[1] Bei der Photographie des Brems- und Linienspektrums von Röntgenstrahlen zeigt es sich ganz besonders, daß gleichmäßiger Bau von Kristallen, wenigstens auf für den Fall nötige größere Erstreckung, recht selten ist.

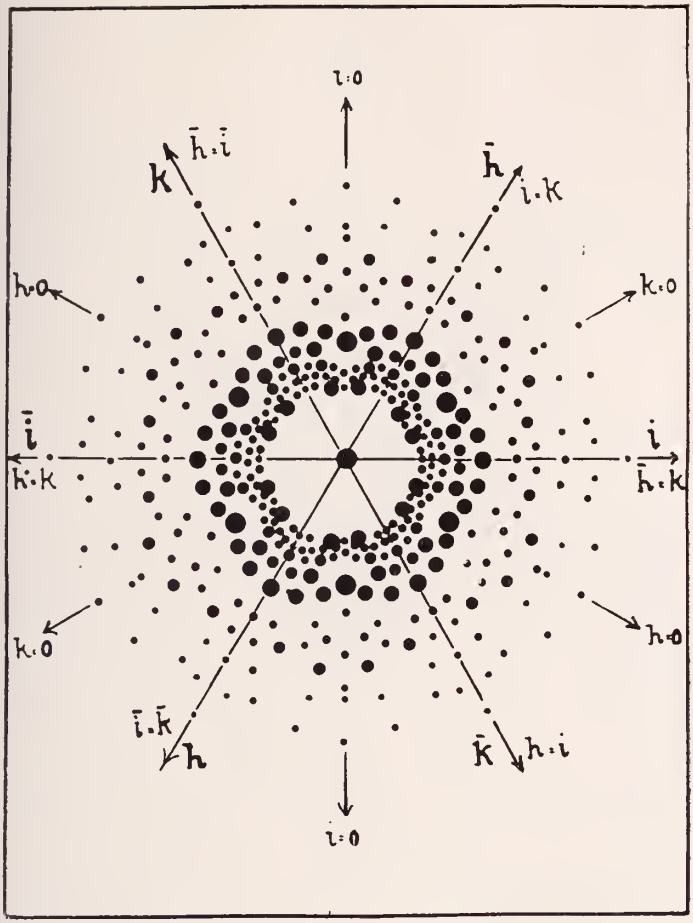


Fig. 9. Lauediagramm des Benitoit auf {0001}.

Am Benitoit hat F. M. Jaeger[1] bereits eine Reihe von Lauediagrammen aufgenommen; sie führten, wie die Autoren bekunden, zu kristallographisch unmöglichen Symmetrien des Minerals.

Bei den von mir unter Assistenz von Dr. H. Grandinger untersuchten Platten lagen die Verhältnisse günstiger. Es zeigte sich, daß von den drei Symmetrien, die, wie oben erwähnt ist, seinerzeit für Benitoit in Frage standen, unzweideutig lediglich eine in Be-

[1] F. M. Jaeger, Over een nieuw Verschijnsel bij de buiging van Röntgenstralen. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 1915. p. 1207.

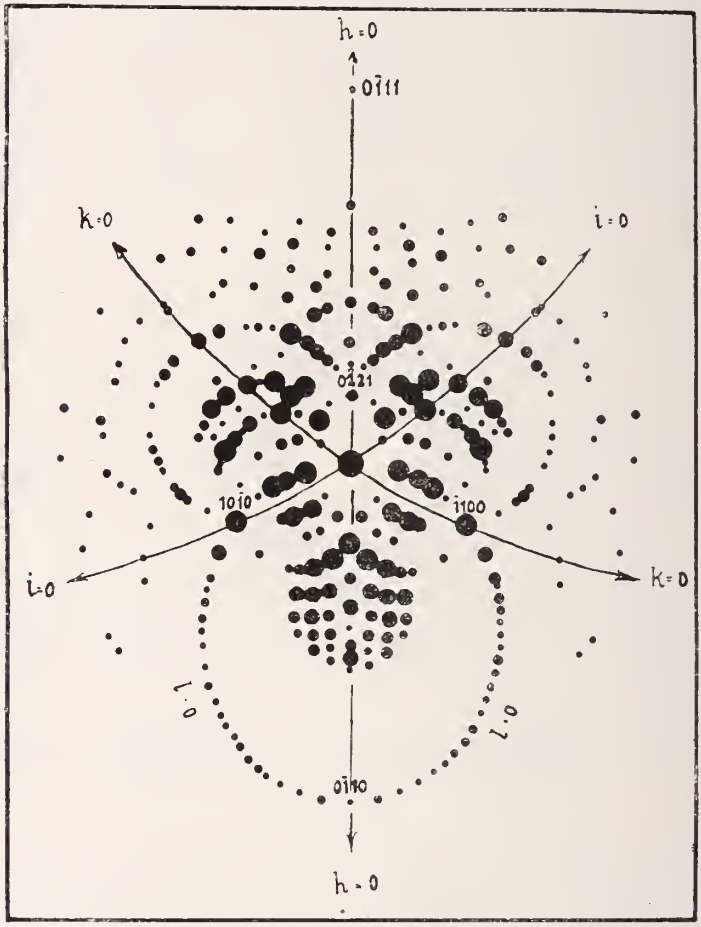


Fig. 10. Lauediagramm des Benitoit auf {01$\bar{1}$2}.

tracht kommt: der Benitoit gehört der ditrigonal bipyramidalen Klasse an.

Entsprechend ist sein Lauediagramm von dihexagonal bipyramidaler Erscheinung.

Es kamen zur Anwendung Platten von je etwa 1 mm Dicke bei einer Belenchtung von 20—25 Minuten durch eine Lilienfeld-Röhre mit Wolfram-Antikathode; sie waren genauestens parallel {0001}; {01$\bar{1}$2}; {01$\bar{1}$1} und {10$\bar{1}$0} orientiert.

Das Lauediagramm von {0001} (Fig. 9) zeigt sechs Symmetrieebenen, je drei nach {10$\bar{1}$0} und {11$\bar{2}$0}, das von {01$\bar{1}$2} gleichwie

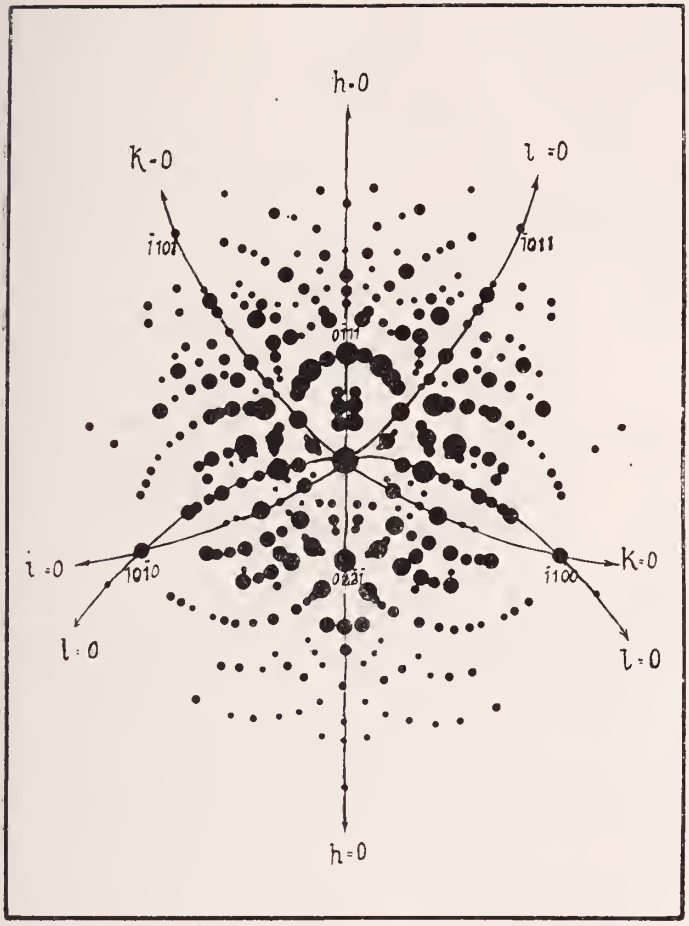


Fig. 11. Lauediagramm des Benitoit auf $\{01\bar{1}1\}$.

von $\{01\bar{1}1\}$ (Fig. 10 u. 11) eine nach $\{2\bar{1}10\}$ und das Muster von $\{1010\}$ zwei, eine davon nach $\{0001\}$, die andere nach $\{\bar{1}210\}$ (Fig. 12).

An reflektierenden Strukturflächen wurden folgende bestimmt:

1. Flächen $\{h\,0\,\bar{h}\,l\}$.

$10\bar{1}1$ $10\bar{1}2$ $10\bar{1}3$ $10\bar{1}4$ $10\bar{1}5$; $20\bar{2}1$ $20\bar{2}3$; $30\bar{3}1$ $30\bar{3}2$ $30\bar{3}4$ $30\bar{3}5$ $30\bar{3}7$ $30\bar{3}8$; $40\bar{4}1$ $40\bar{4}3$ $40\bar{4}5$ $40\bar{4}9$; $50\bar{5}1$ $50\bar{5}2$ $50\bar{5}3$ $50\bar{5}4$ $50\bar{5}6$; $60\bar{6}1$ $60\bar{6}5$ $60\bar{6}7$; $70\bar{7}1$ $70\bar{7}2$ $70\bar{7}4$; $80\bar{8}1$ $80\bar{8}3$; $90\bar{9}1$ $90\bar{9}5$; $10.0.\bar{10}.1$ $10.0.\bar{10}.3$; $13.0.\bar{13}.4$; $17.0.\bar{17}.2$.

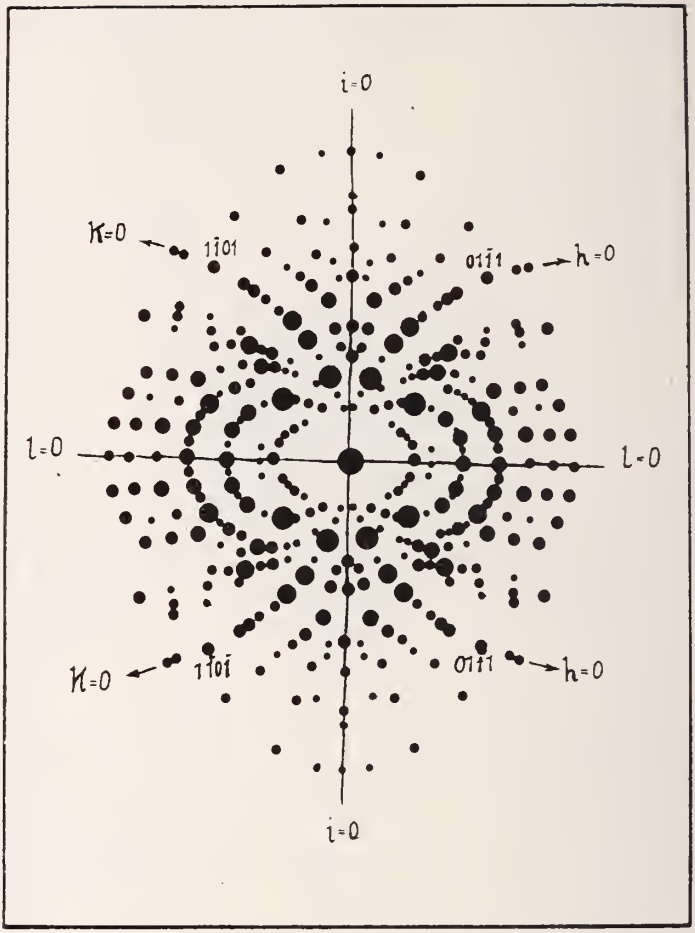


Fig. 12. Lauediagramm des Benitoit auf $\{10\bar{1}0\}$.

2. Flächen $\{h\,h\,2\,\bar{h}\,l\}$.

1121 1122 1123 1124 11$\bar{2}$5 1126 1127; 2241 2243 22$\bar{4}$7; 3361
3362 3365 3367; 4481 4483 4485; 5.5.$\bar{1}$0.1 5.5.$\bar{1}$0.2 5.5.$\bar{1}$0.3 5.5.$\bar{1}$0.4
5.5.$\bar{1}$0.9; 7.7.$\bar{1}$4.6.

3. Flächen $\{h\,i\,\bar{k}\,0\}$.

$10\bar{1}0$ 1120 21$\bar{3}$0 31$\bar{4}$0 32$\bar{5}$0 41$\bar{5}$0 43$\bar{7}$0 51$\bar{6}$0 52$\bar{7}$0 53$\bar{8}$0 71$\bar{8}$0
72$\bar{9}$0 81$\bar{9}$0.

4. Flächen $\{h\,i\,\bar{k}\,l\}$.

21$\bar{3}$1 21$\bar{3}$2 21$\bar{3}$3 21$\bar{3}$6 2137; 31$\bar{4}$1 31$\bar{4}$2 31$\bar{4}$3 31$\bar{4}$4 31$\bar{4}$5; 32$\bar{5}$1
32$\bar{5}$2 32$\bar{5}$3 32$\bar{5}$4 32$\bar{5}$5 32$\bar{5}$6; 41$\bar{5}$1 41$\bar{5}$2 41$\bar{5}$3 41$\bar{5}$4 41$\bar{5}$5 41$\bar{5}$6.

4157; 4261 4263 4265 4267; 4371 4372 4374 4376; 5161 5162 5163 5164 5165; 5271 5272 5273 5274 5275 5276 5277; 5381 5382 5383 5384 5385 5387; 5491 5492 5493 5496; 6171 6172 6173 6174 6175 6176; 6281 6283 6285 6287 6289; 6391 6392 6394 6395; 6.4.$\bar{1}$0.1 6.4.$\bar{1}$0.3 6.4.$\bar{1}$0.9 6.4.$\bar{1}$0.11; 6.5.$\bar{1}$1.3; 7181 7182 7183 7184 7185 7186 7188; 7291 7292 7293 7294 7295; 7.3.$\bar{1}$0.1 7.3.$\bar{1}$0.2 7.3.$\bar{1}$0.3 7.3.$\bar{1}$0.4 7.3.$\bar{1}$0.5; 7.4.$\bar{1}$1.1 7.4.$\bar{1}$1.2 7.4.$\bar{1}$1.3 7.4.$\bar{1}$1.4; 8191 8192 8193; 8.2.$\bar{1}$0.1 8.2.$\bar{1}$0.3 8.2.$\bar{1}$0.5 8.2.$\bar{1}$0.7 8.2.$\bar{1}$0.9 8.2.$\bar{1}$0.11; 8.3.$\bar{1}$1.2 8.3.$\bar{1}$1.4; 8.4.$\bar{1}$2.1; 8.6.$\bar{1}$4.3; 9.1.$\bar{1}$0.1; 9.2.$\bar{1}$1.1 9.2.$\bar{1}$1.2 9.2.$\bar{1}$1.3 9.2.$\bar{1}$1.5; 9.3.$\bar{1}$2.1 9.3.$\bar{1}$2.4; 10.3.$\bar{1}$3.1; 10.4.$\bar{1}$4.1 10.4.$\bar{1}$4.3 10.4.$\bar{1}$4.5; 11.2.$\bar{1}$3.1.

Institut f. Mineralogie u. Petrographie d. Universität Leipzig.

Eingegangen am 28. April 1919.

Das Lauephotogramm des Eises.

Von **R. Gross** in Greifswald.

Mit 4 Textfiguren.

Nachdem F. Rinne[1] aus der Symmetrie eines Basis-Lauephotogramms in Anlehnung an Nordenskjöld'sche Beobachtungen meßbarer Kristalle und unter Verfolgung des Isotypiegedankens das Eis als dihexagonal-pyramidal angesprochen hatte, wies O. Mügge[2] auf seine bereits früher[3] geäußerte Ansicht hin, daß die Flächensymmetrie von Basisplatten des Eises trigonal sei und das Eis wahrscheinlich rhomboedrisch kristallisiere. Der Widerspruch zwischen Lauephotogramm und Formenentwicklung des gewachsenen Kristalls kommt nach O. Mügge so zustande, daß die photographierte Eisplatte ein Zwilling nach (0001) gewesen sei.

Ich hatte die von Rinne veröffentlichten Aufnahmen seinerzeit als Assistent des Leipziger Instituts auszuführen und kann mich der Mügge'schen Deutung nur schwer anschließen. Die photographierten Platten waren durch Überfrieren größerer, offener Wasserspiegel entstanden. Die mikroskopische Untersuchung im konvergenten Licht zeigte, daß die Eisdecken aus vielen Kristallindividuen von 1 bis 8 mm horizontalem Durchmesser zusammengesetzt waren, wobei die optischen Achsen der einzelnen Individuen im allgemeinen nahe, aber nicht völlig genau in der Plattennormale

[1] F. Rinne, Das Kristallsystem und das Achsenverhältnis des Eises. Ber. sächs. Ges. d. Wiss. 69. 57. 1917.

[2] O. Mügge, Über die Symmetrie der Eiskristalle. Centralbl. f. Min. etc. H. 9 u. 10. 137. 1918.

[3] O. Mügge, Über die Plastizität der Eiskristalle. N. Jahrb. f. Min. etc. II. 211. 1895.

standen. Es wurde nun zunächst ein möglichst großes, optisch homogenes Plattenstückchen mit möglichst nahe vertikaler optischer Achse unter dem Mikroskop herausgesucht, sein Umfang markiert und das 0,15 cm starke Röntgenstrahlenbündel so auf das Präparat geschickt, daß ein Mitdurchstrahlen anders orientierter Nachbarpartien ausgeschlossen war. So wurden drei Lauephotogramme an verschiedenen Präparaten aufgenommen und jedesmal entstand (von Versuch zu Versuch in gesteigerter Klarheit) unverkennbar das Photogramm Fig. 1.

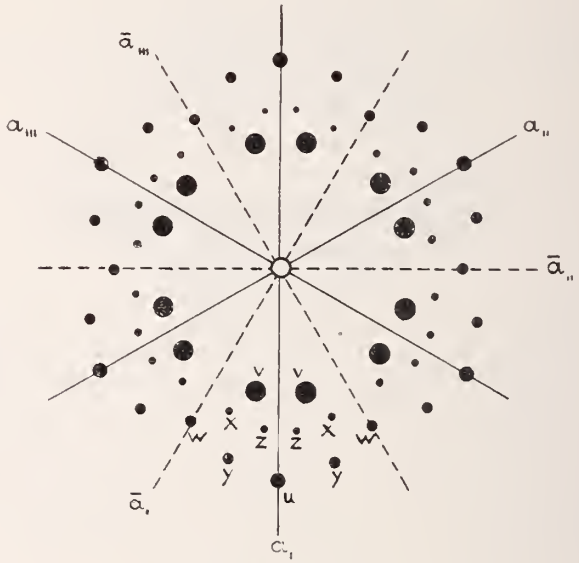


Fig. 1 nach F. Rinne.

Die Beugungsflecken waren ganzrandig, so daß die durchstrahlten Zwillingskomponenten als hintereinander liegende Platten vom Röntgenstrahl getroffen sein müßten. Außerdem müßte in jeder der drei Aufnahmen die Plattendicke der beiden Zwillingskomponenten zufällig gleich geworden sein, da die abwechselnden Sextanten genau gleiche Fleckenintensitäten aufweisen.

Ich prüfte deshalb, ob das Lauephotogramm in bezug auf e i n e Struktur deutbar ist und fand, daß eine sehr einfache Strukturannahme zu auffallend guter Übereinstimmung zwischen beobachteten und berechneten Schwärzungswerten führt.

Ich machte die Eisaufnahme seinerzeit absichtlich mit sehr weicher Röntgenstrahlung [1]. (Die Wehneltskala zeigte Fenster-

[1] Vgl. R. Gross, Ber. sächs. Ges. d. Wiss. 70. 11. 1918.

nummer $6\frac{1}{2}$ und die Härteregulierung der verwendeten Lilienfeldröhre garantierte Konstanz des Primärspektrums während der Exposition.) Eine gleichzeitig aufgenommene Steinsalzphotographie wurde gemäß der Formel [1]

$$W \propto \sum_r \Big| \sum_n \frac{A_n \cdot e^{2i\pi r(\alpha_n h + \beta_n k + \gamma_n l)}}{r \cdot \Delta_{(hkl)}} \Big|^2 \cdot J_r \, \frac{e^{-\mu_r t \cdot \sec\vartheta} - e^{-\mu_r t}}{\mu(\sec\vartheta - 1)}$$

für die verschiedenen in den Beugungsflecken enthaltenen Wellenlängen nach J_r ausgewertet und ergab für das Primärspektrum die Kurve Fig. 2. Die Krümmung der Kurve entspricht den ge-

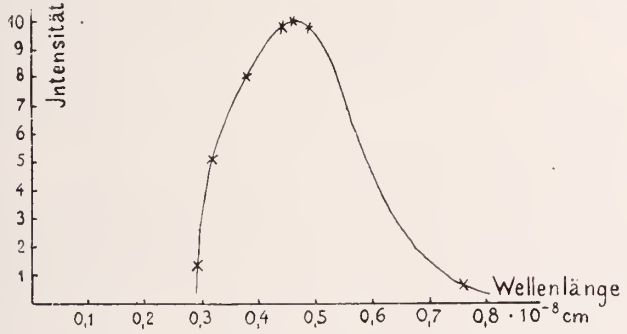


Fig. 2.

wöhnlich an Lilienfeldröhren gemessenen [2], nur ist die ganze Kurve und damit auch λ_{min} um 0,1 Å nach rechts verschoben.

Fassen wir das Lauephotogramm als einheitlich und nicht als zwillingsmäßige Übereinanderlagerung zweier Photogramme auf, so

---

[1] W = photometrierte und reduzierte Schwärzung,
r = Ordnungszahl = 1, 2, 3 ...,
A_n = Atomgewicht des n ten im Elementarparallelepiped sitzenden Atoms,
$\alpha_n, \beta_n, \gamma_n$ sind definiert durch die Beziehung: $\alpha_n \mathfrak{M} + \beta_n \mathfrak{N} + \gamma_n \mathfrak{P} = \mathfrak{r}_n$, wenn $\mathfrak{r}_n$ den Verschiebungsvektor darstellt, der einen Punkt des Grundgitters nach dem n ten Punkt des eingeschalteten Gitters bringt. $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{P}$ sind die das Elementargitter erzeugenden Vektoren,
h k l = kristallographische Indizes,
$\Delta_{(hkl)}$ = Fläche des primitiven Parallelogramms auf (h k l),
J_r = Primärintensität der in r ter Ordnung spiegelnden Wellenlänge,
μ = ihr Absorptionskoeffizient,
t = Präparatdicke,
ϑ = doppelter Gleitwinkel.

[2] Vgl. R. Gross und N. Blassmann, Drahtförmige Kristalle von Wolfram. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLII. 1918. p. 728.

kommen wegen der deutlichen Hexagonalität der Fleckenanordnung nur die Raumgruppen $\mathfrak{D}_{6,h}^{1-4}$, $\mathfrak{C}_{6,v}^{1-4}$, $\mathfrak{D}_{6}^{1-6}$ und $\mathfrak{D}_{3,h}^{1-4}$ in Betracht. Für alle diese ist T_h die Translationsgruppe, und wir wählen als Elementarparallelepiped ein gerades Prisma, bei dem drei in einer Ecke zusammenstoßende Kanten die Winkel 90^0, 90^0, 60^0 resp. 90^0, 90^0, 120^0 miteinander einschließen. Nimmt man als Lage der Basiskanten dieses Prismas die Richtungen $a_I a_{II}$ (Fig. 1, Stellung A) und das Verhältnis der Höhe zur Basiskante $= c : a = 1{,}6$ ca.[1] an, so werden die Indizes der Beugungsflecken u, v, w, x, y, z der Reihe nach (1121), (1231), (2021), (1452), (1342), (2352). Diese Festlegung ist zunächst willkürlich. Wir hätten ebensogut eine Stellung A mit dem Achsenverhältnis $n c : m a$ ($m = 1, 2, 3 \ldots$, $n = 1, 2, 3 \ldots$) oder eine Stellung B (Richtung der Basiskanten $\bar{a}_I \bar{a}_{II}$, Fig. 1) mit einem Achsenverhältnis $n c : m a' = n c : m \frac{a}{2} \sqrt{3}$ ($m = 1, 2, 3 \ldots$, $n = 1, 2, 3 \ldots$) wählen können. Die angegebenen Indizes (h i k l) würden dann bezüglich zu (u h, m i, u k, n l), resp. [m (h — i), m (i — k), m (k — h), 2 n l].

Ich stelle nun das Feld aller möglichen Indizes dar (Fig. 3), indem ich auf der Abszisse l, auf der Ordinate $(h^2 + i^2 + hi)$ auftrage. Dann kann ich für jede der obigen Achsenannahmen und bestimmte Größe des Elementarparallelepipeds von vornherein drei Grenzen ziehen, durch die das Feld ODEO der zu erwartenden Beugungsflecken herausgeschnitten wird.

Die Grenze ODA entspricht der Bedingung, daß keine gespiegelte Grundwellenlänge $< \lambda_{min}$ sein darf, also für Stellung A

$$2nc\left(\frac{h^2}{m^2} + \frac{hi}{m^2} + \frac{i^2}{m^2} + \frac{3l^2}{4n^2c^2}\right) > \lambda_{min} \text{ oder } > 0.28 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

Für Stellung B ist a' statt a zu setzen.

Die Grenze OE verlangt, daß der Zentralabstand des Beugungsflecken den halben Durchmesser der photographischen Platte nicht überschreitet, also

$$5{,}30 \cdot \operatorname{tg} 2\vartheta < 4.5 \text{ cm.}$$

Schließlich ist Grenze CDE durch die Forderung gegeben, daß der die Intensität regulierende Lorenzfaktor nicht zu klein werden darf, also:

$$\frac{1}{f_{(h\,k\,l)}} = \frac{1}{\left(h^2 - i^2 + hi + \frac{3l^2m^2a^2}{4n^2c^2}\right) m^2 n^2 c^2 a^2} > \frac{1}{23}.$$

[1] Vgl. F. Rinne, l. c. Der Abstand der vorderen, der Röhre zugekehrten Seite des Präparats von der photographischen Schicht betrug 5,64 cm, die Dicke des Präparats 0,7 cm. Als genaue Orte des ausgedehnten Beugungsflecken wurden solche Punkte der Messung zugrunde gelegt, daß als Abstand des idealen Beugungszentrums von der photographischen Platte 5,30 cm einzusetzen sind. R. Gross, l. c.

Für jede Stellung A und $nc : ma$, resp. B und $nc : ma'$ läßt sich nun ein Diagramm wie Fig. 3 in der Weise entwerfen, daß die Grenzen ODEO die auf dem Photogramm vorhandenen Indizes möglichst eng umschließen. Aus der Lage von ODA ergibt sich

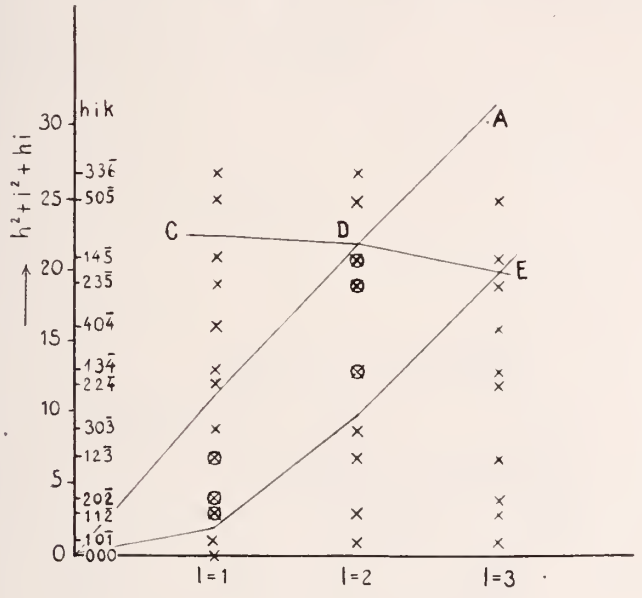


Fig. 3.

dann ein Anhaltspunkt für die absolute Größe von ma und nc und damit für die Zahl Z der im Elementarparallelepiped enthaltenen Molekel.

$$\frac{Z \cdot (2+16) \cdot 1{,}65 \cdot 10^{-24}}{\frac{m^2 a^2}{2} \cdot nc \cdot \sqrt{3}} = \text{spez. Gew.} = 0.9161.$$

Über den Verbleib der innerhalb ODEO liegenden und auf der photographischen Platte nicht erschienenen Indizes muß dann der Strukturfaktor Auskunft geben.

Wir vernachlässigen die H-Atome als Beugungszentren und erhalten Tabelle 1 (p. 206).

Die Lösungen sind sämtlich identisch, solange die Schwärzungsverhältnisse uns nicht nötigen, die α_n, β_n, γ_n der höhermolekularen Elementarparallelepipeda feiner abzustimmen. Dazu besteht aber vorläufig kein Anlaß[1]. Kolonne 3 und 4 der Tab. 2 sind in vor-

[1] Versuchsweise vorgenommene Veränderungen der α_n, β_n, γ_n um wenige Prozent machten sich bereits störend bemerkbar.

Tabelle 1.

Stellung	Achsenverhältnis	Z	Erzeugende Punkte im Elementarparallelepiped (Orte der Sauerstoffatome)							
A	c : a	2	000	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{1}{2}$						
	c : 2a	8	000	$\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$	$\frac{1}{2}00$	$0\frac{1}{2}0$	$\frac{1}{6}\frac{1}{6}\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}\frac{2}{3}\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}\frac{1}{6}\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}\frac{2}{3}\frac{1}{2}$
	2c : a	4	000	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{1}{4}$	$00\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{3}{4}$				
	2c : 3a	18								
	3c : a	6	000	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{1}{6}$	$00\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{2}{3}$	$00\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{5}{6}$		
	3c : 2a	24								
B	c : a′	6	000	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}0$	$\frac{2}{3}\frac{2}{3}0$	$0\frac{1}{3}\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}0\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}\frac{2}{3}\frac{1}{2}$		
	c : 2a′	24								
	2c : a′	12								

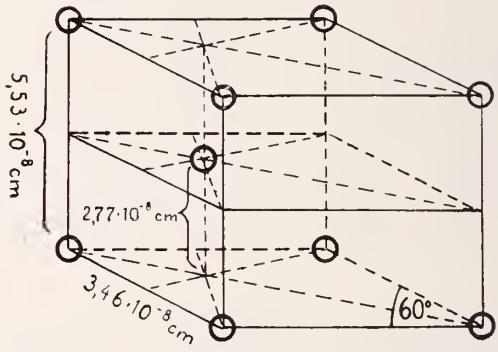


Fig. 4.

züglicher Übereinstimmung, wenn man bedenkt, daß die photometrierten Schwärzungszahlen kein Energiemaß, sondern nur eine Rangordnung darstellen.

Die Rinne'sche Achsenanordnung mit zwei Molekülen im Elementarparallelepiped ist also auch röntgenometrisch die einfachste. Das ihr entsprechende, zur Erklärung der Beugungsflecken ausreichende Gitter zeigt Fig. 4. Es ist dihexagonal-bipyramidal ($\mathfrak{D}_{6,h}^{4}$). Welche Meroedrierung durch die Lagen der H-Atome und durch die oben erwähnte feinere Abstimmung der α_n, β_n, γ_n erreicht wird, läßt sich aus den vorliegenden Laue-photogrammen nicht ableiten.

Greifswald, Mineralogisches Institut, 3. Mai 1919.

Eingegangen den 8. Mai 1919.

Tabelle 2.

Symbol	hkl	Intensität berechnet	Schwärzung beobachtet	Zentralabstand	I. Ordnung				II. Ordnung			
					λ	Strukturfaktor	$\frac{1}{\text{Lorenzfaktor}}$	Intensität I. Ordnung	λ	Strukturfaktor	$\frac{1}{\text{Lorenzfaktor}}$	Intensität II. Ordnung
u	1121	2,91	3	3,70	0,986	0	3,3	—	0,493	4	13,2	2,91
w	2021	0,721	2	3,30	0,756	3	4,3	0,25	0,378	1	17,2	0,471
v	1231	4,11	4	2,41	0,445	3	7,3	4,11	—	—	—	—
.	3031	0	0	—	0,349	0	9,3	—	—	—	—	—
y	1342	0,704	2	3,52	0,459	1	14,2	0,704	—	—	—	—
z	2352	0,253	1	2,82	0,322	1	20,2	0,253	—	—	—	—
x	1452	0,234	1	2,70	0,293	4	22,2	0,234	—	—	—	—

Über sogen. Tabulaten des Jura und der Kreide, insbesondere die Gattung *Acantharia* Qu.

Von **W. O. Dietrich** in Berlin.

Mit 2 Textfiguren.

Als *Solenopora* mit Fragezeichen hat F. Heritsch[1] neuestens eine im Äußeren *Chaetetes*-artige Form beschrieben, deren nähere Betrachtung mich sogleich an gewisse Vorkommnisse des schwäbischen und französischen Malms und an die Formen, welche Deninger 1906 aus mesozoischen Ablagerungen bekannt gemacht hat, erinnerte. Daß es sich nicht um *Solenopora*, also eine Kalkalge, handelt, geht schon aus der Größe der knolligen Stöcke — ein Bruchstück mißt 10 cm in der Höhe — hervor, ferner besonders aus der Derbheit der sie aufbauenden polygonalen Röhren (0,3—0,4 mm). Anscheinend sind dem Autor die Arbeiten von Rothpletz[2], Yabe[3] und Vinassa de Regny[4] entgangen, wo die Solenoporen und Verwandte ausführlich abgehandelt sind; die Genusdiagnose findet sich in der Rothpletz'schen Arbeit von 1913 p. 7. Es erledigt sich durch diese Arbeiten auch die Angabe Heritsch's, daß bisher nur eine einzige Art, *S. spongioides* Dyb., bekannt sei.

Nach der Wandstruktur (mediane Trennungslinie), der Vermehrungsart (Zwischenknospung) und den sonstigen Merkmalen der Zellröhren macht es gar keine Schwierigkeit, die neue rumänische Form, die aus Tithonkalken mit *Diceras speciosum* stammt, bei den Monticuliporiden unterzubringen und als *Monotrypa* zu bestimmen. Der Mangel an Diaphragmen, welchen Heritsch konstatiert, rührt vielleicht (ähnlich wie bei *M. pontica* Den.) daher, daß die „Böden" nur zonenweise in größeren Abständen vorkommen und die untersuchten Schliffe gerade bödenfreie Lagen zwischen solchen Zonen getroffen haben. Übrigens beobachtet man an den Abbildungen 1 und 2 der Stöcke zahlreiche scharfe Querbrüche und Abbrüche der

[1] F. Heritsch, *Solenopora (?) Hilberi* aus dem oberen Jura von Tschernawoda in der Dobrudscha. Jahrb. k. k. geol. R.-A. **67**. p. 335—336. Mit 1 Taf. Wien 1918.

[2] A. Rothpletz. Über Algen und Hydrozoen im Silur von Gotland und Ösel. Kgl. Svensk. Vet. Ak. Handl. **43**. Uppsala u. Stockholm 1908: — Über die Kalkalgen. Spongiostromen und einige andere Fossilien aus dem Obersilur Gottlands. Sver. Geol. Undersök. Ser. Ca. No. 10. Stockholm 1913.

[3] H. Yabe. Über einige gesteinsbildende Kalkalgen von Japan und China. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. (2.) **1**. H. 1. 1912.

[4] P. Vinassa de Regny. Triadische Algen, Spongien, Anthozoen und Bryozoen aus Timor. Paläontologie von Timor, herausgeg. v. J. Wanner Liefg. **4**. p. 73. Stuttgart 1915.

Röhrchen, die nach meinen Erfahrungen an derartigen Stöcken das Vorhandensein von „Querböden" anzeigen. Wandporen und vorspringende Wandleisten fehlen. Wenn Heritsch sagt, daß „bei den fehlenden Tabulae an einen *Chaetetes* nicht zu denken" sei, so ist dies zwar auch ein Grund, aber nicht der wichtigste, der gegen *Chaetetes* spricht. Der Hauptgrund liegt in den nicht fest verschmolzenen Röhren. Nach den Zitaten und dem Schlußsatz, der eine Neuuntersuchung der „sogen. *Chaetetes* des Jura und der Kreide als eine dankbare Aufgabe" hinstellt, muß man auch annehmen, daß Heritsch das Feld für weniger bestellt hält als es in Wirklichkeit ist. Das Interesse der Paläontologen an diesen und ähnlichen Organismen war stets wach, aber von den Sammlern und in den Sammlungen sind sie stiefmütterlich behandelt worden, und dies hat vermutlich bis heute eine monographische Bearbeitung der zerstreut sich findenden jurassischen und cretacischen sog. Tabulaten verhindert. Als Vorarbeit dazu seien mir daher im folgenden einige Bemerkungen gestattet.

Eine Übersicht und kritische Besprechung fast aller bis zum Jahre 1913 bekannt gewordenen mesozoischen und känozoischen „Tabulaten" verdanken wir W. Weissermel[1]. Zugleich bietet diese wichtige Arbeit einen ausgezeichneten Überblick über den derzeitigen Stand der Frage nach den postpaläozoischen Tabulaten, ihrer Abstammung und systematischen Stellung. Die Formen der Kreide hat 1914 J. Felix[2] katalogisiert; wir können aus dem Katalog entnehmen, daß 3 Gattungen mit 3 Arten zu den Favositiden, 2 Gattungen mit 9 Arten zu den Chaetetiden und 1 Gattung mit 1 Art zu den Monticuliporiden gehören sollen. Diese Liste ist wesentlich im Sinne der Weissermel'schen Zusammenstellung zu modifizieren. Seither sind wahrscheinlich keine weiteren Formen mehr beschrieben worden, außer zwei *Monotrypa*-Arten, die genannte *M. Hilberi* Her. sp. und *M. chaetetiformis* Vetters[3] aus dem mesozoischen Kalke nicht näher bekannten Alters der süddalmatinischen Insel Cazza. Zu bemerken ist, daß diese letzte weder im Wachstum noch im Röhrenbau besonders *Chaetetes*-artig ist. Die Kolonie bildet ein dickes Polster mit axial und peripher verschiedenem Wachstum. In der Längsachse wachsen die Röhren vertikal hoch empor, am Rande seitlich gerichtet in kurzen Bogen;

[1] In J. Böhm und W. Weissermel, Über tertiäre Versteinerungen von den Bogenfelser Diamantfeldern. II. Tabulaten und Hydrozoen. Beitr. geol. Erforsch. deutsch. Schutzgebiete. H. 5. p. 84—111. Mit 2 Taf. Berlin 1913.

[2] Im Fossilium Catalogus. I. Pars 5—7.

[3] H. Vetters, Über eine tabulate Koralle und eine Stromatopore aus den mesozoischen Kalken Dalmatiens (Insel Cazza). In Ginzberger, Beitr. z. Naturgesch. der Scoglien und kleineren Inseln Süddalmatiens. I. Denk. Ak. Wiss. Wien. 92. 1916. p. 295—298. Mit 1 Taf.

das entspricht ganz einem polsterförmigen Bryozoen-Zoarium. Dabei „besitzen die gleichartigen dünnen Röhrchen 0,25 cm Durchmesser", also bedeutend mehr als *Pseudochaetetes polyporus* Haug, mit welcher Vetters die dalmatiner Form wegen der ähnlichen Wandstruktur, allerdings unter Ablehnung einer Verwandtschaft, vergleicht.

Die in den hiesigen Sammlungen befindlichen Materialien erlauben zu folgenden Formen einige Angaben zu machen.

Chaetetes capilliformis Mich.

Aus dem Sequan von Châtelcensoir (Yonne) liegen zwei radialfaserige Kugelsegmente von ca. 4 cm vor. Sie stimmen makroskopisch mit der aus einem höheren Horizont stammenden bulgarischen Form vollständig überein, so daß mir zuerst eine Identifizierung beider möglich schien. Die Maße sind:

Durchmesser der Röhren (von Wandmitte zu Wandmitte)	0,22—0,35 mm.
Wandstärke	0,05—0,07 „
Zahl der Böden in 2 mm: 5—6.	

Die Stockoberfläche ist wie bei den meisten dieser mesozoischen Tabulaten schlecht erhalten; auch für mikroskopische Zwecke ist die Erhaltung ungünstig. Das Lumen der Röhren ist mit grobkristallinischem drusigem Calcit erfüllt, während die Wände strukturlose, leicht zerreibliche Kalkhäute sind. Im Querschnitt liefern die Röhrchen isodiametrische Polygone, allermeist reguläre Sechsecke, deren Wände fest miteinander verschmolzen sind; es ist keine Trennungslinie zwischen den Nachbarwänden zu beobachten. Ebensowenig ist Streckung der Querschnitte, Bildung von Wandleisten und Einziehung einer neuen Querwand in einer Zelle (Teilung) zu beobachten. Neue Zellen entstehen in den Ecken zwischen den Polygonen. Die Querböden sind dünn und eben und stehen überall im Stock in ziemlich regelmäßigen Abständen. Poren fehlen in den Wänden und Böden. Auf dem Längsbruch lassen sich die Röhrchen in gleichbleibender Ausbildung 2—3 cm weit verfolgen. Kein periodisches Wachstum, sei es durch Verdickung der Wände oder durch Anhäufung von Böden in gleicher Höhe ist vorhanden. Der Stock ist ohne konzentrische Schichtung und Schalenbau und nur durch lange Röhrenfasern ausgezeichnet. Die Vermehrung der Röhren erfolgt, wie man deutlich beobachten kann, durch Knospung, meist nach Art der Koch'schen Zwischenknospung (*a* in Fig. 1). Nicht selten läßt sich aber auf Längsbrüchen auch deutlich die Knospungsstelle selbst erkennen in Form von Spaltung oder Gabelung

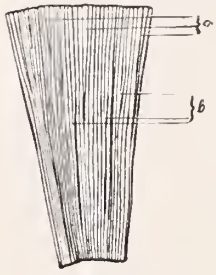


Fig. 1. Nat. Gr.

einer Röhre (*b* in Fig. 1). Wenn dabei die nebeneinander herlaufenden Mutter- und Tochterröhren annähernd gleich stark sind, könnte man an eine Zweiteilung denken. Aber nach dem Querschnittsbild ist auch diese Spaltung in zwei fast gleiche Röhren nicht als Teilung, sondern als Knospung aufzufassen, wie die Zwischenschaltung einer neuen, mehr oder weniger langfaserig zugespitzten Röhre, wobei man die Ursprungsstelle dieser Zwischenknospe nicht nachweisen kann. Ich glaube, daß es sich auch bei diesen scheinbar extramural entstehenden Einschiebungen von Röhren um Seitenknospung handelt, die infolge der Lage der Knospungsstelle nur nicht zur Beobachtung gelangt. Wir haben bei unserem *Chaetetes capilliformis* einen ähnlichen Vermehrungsmodus, wie ihn Weissermel bei *Favosites* nachgewiesen hat, und wenn wir der Vermehrungsart ausschlaggebende Bedeutung zuerkennen, wie es dieser Forscher tut, so müssen wir diesen jurassischen *Chaetetes* von den echten Chaetetiden (mit Vermehrung durch Teilung) entfernen, sofern wir nicht annehmen wollen, daß die Familie ihren Vermehrungsmodus seit dem Devon geändert hat[1]. Mindestens müssen wir die Gennsbezeichnung der jurassischen Form ändern und eine neue wählen. Ich schlage *Blastochaetetes* vor, wegen der Vermehrung durch Sprossung und da die Form sonst mit einem typischen *Chactetes* übereinstimmt. Ob wir in *Blastochaetctes* ein Bryozoen-Zoarium zu erblicken haben, muß mangels einer befriedigenden Anschlußmöglichkeit vorerst offen bleiben. *Blastochaetctes* nimmt eine Mittelstellung zwischen den Chaetetiden und den Trepostomata ein.

Chaetetes polyporus Qu.

Aus dem schwäbischen oberen weißen Jura liegen mir drei Stöcke[2] von „*Chaetetes polyporus* Qu." vor. Sie unterscheiden sich durch die konzentrische Schichtung und die bedeutend feinere und kürzere, etwas hin- und hergebogene Faser von *Ch. capilliformis* Mich. Das Wesen des lagenförmigen Baues ist noch unbekannt. Eins der verkieselten Stücke wäre als *Pseudochactctes polyporus* Haug zu bezeichnen. Ich bin aber mit de Angelis d'Ossat[3] der Ansicht,

[1] C. Rominger, On the occurrence of typical *Chaetetes* in the devonian strata at the falls of the Ohio etc. Am. Geologist. Juli 1892, p. 57, gibt an: „Die Behauptung, daß *Chaetetes* sich nur durch Teilung vermehre, ist mindestens nicht ganz korrekt; ich besitze Querschnitte von typischen *Chaetetes*, welche eine Vermehrung der Röhren durch Knospen, die aus den Ecken der Röhrenwände emporsprossen, klar erkennen lassen."

[2] Zwei Stöcke, einen verkalkten von Heidenheim und einen verkieselten von Bermaringen, verdanke ich der Güte des Oberförsters in Bermaringen, Herrn Dr. K. Rau.

[3] de Angelis d'Ossat, I coralli del calcare di Venassino (Isola di Capri). Atti R. Acc. Sci. fis. e mat. Napoli. (2.) 12. p. 11. 1905.

daß *Pseudochaetetes* nur ein Erhaltungszustand ist, bei welchem durch teilweise Auflösung der ursprünglichen Wand und späterer Wiederausfüllung (hier infolge der Verkieselung) die Röhrenwände konzentrisch verdickt und das Lumen der Zellen im Querschnitt kreisförmig erscheint. Prever[1] hält *Pseudochaetetes* als Gattung aufrecht: Er hat an Stücken aus dem Tithon des Gran Sasso, die er als *Ps. polyporus* Qu. sp. bestimmte, gefunden, daß auf Längsschliffen die Böden stets an der inneren Wandschicht Halt machen, nicht bis an das, was de Angelis Wand heißt, heranreichen. Dies würde dafür sprechen, daß die innere Wand kein sekundärer Absatz, sondern ein Bestandteil des Organismus ist. An den schwäbischen Stöcken ist derartiges nicht zu beobachten. Meine Dünnschliffe von einem in kristallinen Calcit umgewandelten kugeligen Stock, der schaligen Bau zeigt, stimmen mit den Abbildungen Taf. 7 Fig. 9—11 bei Wolfer[2] überein. Sie sind dort als „*Stromatopora*" bezeichnet, aber nicht weiter untersucht. Die „Röhrchen" haben nach meinen Messungen eine Stärke von 140—160 μ und sind kurz spindelförmig. Die Struktur der Wände ist durch die Umkristallisation zerstört, das Lumen der Zellen ist mit Calcitkristallen erfüllt, Böden, Stacheln oder Leisten sind nicht zu beobachten. Was diese Organismen sind, ist mir noch unklar. In Stramberg kommt Ähnliches vor, ist aber anscheinend auch nicht untersucht. Weissermel führt von Arnegg einen „wirklichen Chaetetiden" als *Ch.* cf. *capilliformis* Mich. auf. Auch Wolfer nimmt das Vorkommen von eigentlichen *Chaetetes* neben dem von ihm als *Stromatopora* gedeuteten Teil des *Chaetetes polyporus* an. Steinmann erklärte 1909 *Ch. polyporus* und *Pseudochaetetes* für Corallinaceen, die die Lücke zwischen den Solenoporen und den Lithothamnien ausfüllen helfen sollen. Die ganze Frage ist also in Schwaben noch in einem sehr unbefriedigenden Zustande.

Sogen. *Chaetetes* der Kreide.

Sichere Vertreter der Gattung *Chaetetes* will de Angelis d'Ossat im „Kaprikalk" (Urgoapt) von Venassino gefunden haben und zwar 2 Arten, die er *Ch. Capri 1* und *Ch. Capri 2* heißt. Es handelt sich um kleine Knollen mit divergentstrahligen Röhrchen, die sich wie bei *Ch. radians* vermehren sollen und deren Kelchdurchmesser bei der einen Art 0,2—0,6 mm, bei der anderen 0,6—1,2 mm beträgt. Die dicken Wände sind einfach und nicht perforiert, Septalleisten fehlen, Böden stehen bei der einen Art 7 in 2 mm, bei der zweiten etwa 3 in 2 mm Länge. Die Röhrenzellen sind kurz, nicht lang. Der Umstand, daß de Angelis

[1] Prever, Coralli giurassiche del Gran Sasso d'Italia. Atti R. Acc. Sci. Torino. **44**. p. 989. 1909.

[2] Wolfer, Bryozoen des schwäb. Jura. Palaeontogr. **60**. p. 170. 1913.

d'Ossat die kaprischen Formen mit vermeintlichen, gleich zu besprechenden *Chaetetes*-Arten aus der französischen Oberkreide vergleicht, ohne deren Bryozoen-Natur zu erkennen, ferner der Umstand, daß Oppenheim[1] unzweifelhaft denselben Organismus 1899 als *Canavaria (?) capriotica* mit wesentlich anderen Merkmalen und unter Ablehnung der Bestimmung als *Chaetetes* beschrieben hat, endlich der Umstand, daß in den Kalken von Kapri Ellipsactinien, schlechte Hexakorallen, Monotrypen (*M. limitata* Den.) und nach Osimo wahrscheinlich auch Stromatoporiden vorkommen, wodurch die Gefahr von Mißgriffen nicht gering ist, alles dies erschwert die Erkenntnis der genannten *Chaetetes* auf Grund bloßer Literaturstudien. Da mir nur ungenügendes Material von Kapri zur Verfügung steht, vermag ich die Kenntnis dieser Gebilde nicht zu fördern, glaube aber, daß es sich um Bryozoen handelt. *Canavaria Volscorum* Oppenheim[2] halte ich für eine astraeoporide Steinkoralle. Bryozoenverdächtig ist auch *Chaetetes Lugeoni* Jacc. aus dem Gault der Plaine morte (Wildstrubel). Das Unikum ist ein halbkugeliger Stock von 4 cm Durchmesser. Die Röhrenzellen haben im allgemeinen 1 mm Durchmesser, sind also recht weit. Die Wände sollen miteinander verschmolzen und porenlos sein, die Vermehrung soll durch Teilung von „Pseudosepten" aus, deren Zahl meist 6 beträgt, erfolgen. Die Abbildung zeigt aber starke Vermehrung durch Sprossung. In allen Röhrenzellen finden sich horizontale Böden in 0,5—1 mm Abstand voneinander.

Für die Bestimmung als *Chaetetes* sind bei derartigen Organismen der Aufbau aus prismatischen Röhrchen, die einheitlichen dichten Wände und die Böden maßgebend, während die Autoren über die Vermehrungsart und das Stockwachstum gewöhnlich rasch hinweggleiten. Die erstgenannten Merkmale sind aber bei Organismen, die polyzoisch in aufrechten Röhren leben, so allgemein verbreitet, daß sie für die Gattungsbestimmung nicht ausreichen. Die Vermehrung durch Teilung scheint mir für die beiden „*Chaetetes*" der Unterkreide nicht ganz sicher erwiesen.

Die 6 sogen. *Chaetetes*-Arten der Oberkreide, welche der Felix'sche Katalog aufführt, sind mit hoher Wahrscheinlichkeit sämtliche zu streichen. Weissermel hat sie in seiner Liste[3] der Tabulaten der Kreide mit Recht fortgelassen. In der hiesigen Sammlung sind aus den Hippuritenschichten (Oberturon) vom Etang de Berre bei Martigues (Bouches du Rhône) die 3 „*Chaetetes*" *flabellum, irregularis* und *Coquandi* Michelin vorhanden. Es sind alles große massige oder ästige Zoarien von Cerioporiden, über

[1] Z. D. G. G. 51. p. 234. Taf. 13 Fig. 5—6; ferner ebenda. 58. p. 136. 1906.

[2] Ebenda. 1899. p. 231. Taf. 13 Fig. 2.

[3] a. a. O. p. 98.

deren genauere artliche Auffassung und Umgrenzung man den Gregory'schen Bryozoenkatalog[1] einsehen möge.

Erwähnen will ich noch, daß als *Chaetetes Coquandi* hier (von A. Krantz etikettiert) das Innere eines großen polsterförmigen feinkelchigen Korallenstockes vorhanden ist, der aus dem Senon von Royan stammt. Die Bestimmung ist sicher falsch, es handelt sich um eine höchst merkwürdige coenenchymlose neue Gattung mit porösem Skelett, die in die Nähe von *Astracopora* zu gehören scheint[2]. Ihre Veröffentlichung wird anderweit erfolgen, es sei nur noch im Vorbeigehen bemerkt, daß sie mit einer anderen madreporiden Form aus Royan, die, obwohl ziemlich unaufgeklärt, in allen stammesgeschichtlichen Exkursen über die Nachfahren der Favositiden eine Rolle spielt, nämlich mit *Koninckia gracilis* E. et H., nichts zu tun hat. (Geerth möchte *Koninckia* für eine *Alveopora* halten, und dies ist sehr wahrscheinlich, zumal nachdem Felix diese Gattung in der obersten Kreide von Portugal nachgewiesen hat.)

Vermeintliche echte *Zoantharia tabulata* der Kreide.

Als Favositiden der Kreide werden 3 Formen genannt: *Ubaghsia favosites* Oppenh., *Beaumontia? solitaria* White und *Paronipora penicillata* Caped. Die letzte, aus der „Kontaktzone von Kreide und Eocän" bei Pouriac herstammend, soll ein sicherer Favositide aus der Familie der Pachyporiden sein. Die außergewöhnliche Feinheit der Röhrenzellen (50—80 μ Durchmesser) legt den Verdacht nahe, daß es sich um eine neue Kalkalge aus der Verwandtschaft der Solenoporiden handelt. Die fragliche *Beaumontia* kann füglich gestrichen werden, denn *Beaumontia* ist eine paläozoische Gattung, deren systematische Stellung anscheinend unsicher ist. Es bleibt dann noch die Gattung *Ubaghsia* von Mastricht übrig.

Acantharia (= Ubaghsia).

Von ihr liegt ein größeres, allerdings nicht besonders gutes Material vor, das schon Quenstedt in Händen hatte. Die Form ist schon sehr lange bekannt. In Goldfuss' Petrefacta Germaniae. I. 1829. Taf. 28 Fig. 1 a—h, p. 80 sind als *Calamopora spongites* var. *tuberosa* folgende Sachen beschrieben:

Fig. 1 a—e ist *Alveolites suborbicularis* Lam. von Bensberg.

Fig. 1 f ist ein *Favosites*-Steinkern von Bensberg.

Fig. 1 g stellt einzelne Röhrensteinkerne von f in vergrößerter Längsansicht dar. Man sieht die Ausfüllungen der Wandporen als Verbindungsfäden.

[1] J. W. Gregory, Catalogue of the fossil Bryozoa in the departement of Geology, British Museum. The Cretaceous Bryozoa. II. London 1909. p. 148. 151, 170.

[2] Vielleicht steht ihr *Canavaria volscorum* Oppenheim sehr nahe. Leider ist das Original zu dieser *Canavaria* in Pisa.

Fig. 1 h stellt als zum selben Stück (f) gehörend (!) eine vergrößerte Draufsicht dar, von der der Text jedoch angibt: „Ein vergrößerter Abdruck der äußeren Oberfläche aus dem St. Petersberge." Es ist kein Zweifel, daß die Figur das wiedergibt, was Oppenheim 1899 *Ubaghsia* genannt hat. Man sieht Bilder von polygonalen Zellröhren und von Ausfüllungen solcher. Zwischen letztere sind Ausfüllungen von Wandporen gezeichnet, aber die Wände der Zellen sind porenlos dargestellt.

1881 hat Quenstedt[1] unseren Organismus unter „einigen Mastrichtern Problematicis" behandelt. Die Abbildungen sind durchaus einwandfrei, bis auf die vergrößerte Darstellung einer Zellmündung, in welcher die Stacheln zu streng und gleichmäßig radialstrahlig stehen, statt regellos. Der kurze Text wird der Erscheinung dieser Kolonien gerecht; am Schlusse heißt es: „Ohne Zweifel waren diese Säulchen viel länger und Favositen oder Chaeteten ähnlich, doch bemerkt man bei diesen wohl Rauhigkeiten, aber nie so lange Stacheln; man könnte sie darnach *Acantharia*-Stachelbehälter heißen." Neu entdeckt wurde *Acantharia* 1899 von P. Oppenheim[2], der sie in Unkenntnis der Quenstedt'schen Priorität als *Ubaghsia* eingehend beschrieb. Übrigens ist dieser Name seit 1886 durch J. Jullien als Untergattungsbezeichnung einer Gruppe von *Steginopora* vergeben[3]. Obwohl Oppenheim seine *Ubaghsia* keineswegs den Favositiden oder nur Tabulaten zurechnete, sondern im Gegenteil mögliche Beziehungen zu den Alveoporinen und den Octactiniaria ausführlich diskutierte, wurde sie doch seither allgemein als einer der wenigen sicheren Nachkommen der paläozoischen Favositiden erklärt und dementsprechend verwertet. Als ich mich mit dem Material beschäftigte, ging ich ebenfalls von der üblichen Auffassung aus, erkannte aber sehr bald die Nicht-Favositiden-Natur. Als ich Herrn Prof. Oppenheim mündlich meine Zweifel an dem Vorhandensein von Wandporen und die Ansicht äußerte, daß eine Bryozoe vorliege, erfuhr ich, daß Herr Prof. Oppenheim an diese Möglichkeit bereits gedacht habe. Er entwickelte mir gegenüber ganz bestimmte systematische und stammesgeschichtliche Anschauungen, dahingehend, daß Formen wie *Ceriopora (Reptomulticava) spongites* Gf. aus dem Cenoman den Ausgangspunkt einer Reihe bilden, die über *Reptomulticava irregularis* oder ähnliche Arten schließlich zu seiner großzelligen *Ubaghsia* als Endglied geführt habe. Mit den genannten südfranzösischen Formen hatte ich die Mastrichter Gattung schon verglichen, ohne mich für eine nähere

[1] Die Röhren- und Sternkorallen. Leipzig 1881. p. 859. Taf. 176 Fig. 57.

[2] Oppenheim, Paläontologische Miscellaneen. Über einige Tabulatenähnliche Korallen des Mesozoicum. Z. D. G. G. **51**. p. 226—231 u. 236. Taf. 13 Fig. 1—1 b. Berlin 1899.

[3] Siehe in F. Canu, Revision des Bryozoaires du Crétacé figurés par d'Orbigny. II. Bull. Soc. géol. France. (3.) **28**. p. 455. Paris 1900.

Verwandtschaft entscheiden zu können. Ich fand dann weiterhin, daß gewisse für *Acantharia* bezeichnende Merkmale, so die Stacheln und Querböden, auch bei den Bryozoen vorkommen; Diaphragmen sind ja bei Cerioporiden, Heteroporiden u. a. eine bekannte Erscheinung. Wandstacheln traf ich in den Zooecien von *Reptomulticava spongites* Gf., *R. heteropora* Roem. (einzelne Zacken), *Ceriopora ramulosa* d'Orb., bei einer *Ceriopora*-Art aus dem Emscher oder Senon von Villedieu; ferner übergab mir Herr Geheimrat Pompeckj aus dem Oberoligocän von Bünde kuchenförmige Zoarien von anscheinend unbeschriebenen Bryozoen, die ihn gerade auch wegen der zahlreichen Stacheln an *Ubaghsia* Oppenh. erinnert hatten. (Die kurzen Stacheln werden hier allerdings im Gegensatz zu *Acantharia* stets in die Bildung der Diaphragmen einbezogen; sie bleiben nicht frei wie dort.) Auch bei Heteroporiden finden sich die Stacheln in den Zooecien ähnlich wie bei *Acantharia*. Die Morphologie der Zellen von *Acantharia* ist von Oppenheim ausführlich dargestellt worden[1]. Bezüglich der Stacheln sei betont, daß sie gänzlich regellos und ohne bestimmte Richtung stehen. Sie sind verschieden lang, oft hohl; sie lassen sich in keiner Weise mit den Septalstacheln von *Alveopora* homologisieren, denn diese sind dornförmige Trabekeln. Die Diaphragmen sind bald dicht, bald feinporig, häufig haben sie auch gröbere Löcher, alles ohne Gesetzmäßigkeit. Sie wachsen als dünne Kalk-Membranen ringförmig vom Rande nach der Mitte zu, wobei manche Stacheln teils ganz in ihre Ebene zu liegen kommen, teils schräg daraus hervorstehen. Die Porosität rührt daher, daß die Kalkhaut nicht überall gleich dick ist, sondern dünne Stellen oder unverkalkte (wie oft in der Mitte) aufweist. Dasselbe gilt von den Zellwänden; von einer Homologie mit den regelmäßig angeordneten Wandporen bei *Favosites* kann keine Rede sein. Damit kommen wir zur Struktur der Zellwände von *Acantharia*, deren mikroskopische Untersuchung Weissermel „zur völligen Klärung ihrer systematischen Stellung" noch gefordert hat: Die Wände von *Acantharia* sind einfache, homogene, dichte, weiße Kalkhäute aus feinstkristallinischem $CaCO_3$; von einem Mittelstreif ist nichts zu sehen, nicht einmal ein lagenförmiger Aufbau ist nachweisbar. Zuweilen sind allerdings die Zellen mit einer gelben Kalkhaut ausgekleidet, die sich von der eigentlichen Wand, die dann gleichsam als Mittellamelle erscheint, deutlich abhebt. Ich halte dies aber für einen sekundären Infiltrations-Zustand. An der einfachen und einheitlichen Wandstruktur von *Acantharia* scheitert jeder nähere Ver-

[1] Seiner liebenswürdigen Bereitwilligkeit verdanke ich auch die Kenntnis des Originales zu *Ubaghsia favosites*. Doch sind im folgenden absichtlich nur die Beobachtungen an den Materialien des Institutes wiedergegeben.

gleich mit *Favosites*. — Die Vermehrung der Zooecien im *Acantharia*-Stock geschieht durch typische Sprossung wie in einem massigen Bryozoenzoarium. Es gibt nur Blastozooecien. In der Draufsicht sieht man, daß die jungen, kegelförmig zugespitzten Zellen meist in den Ecken zwischen älteren Zellen oder auf den Wänden dieser erscheinen. Die Vermehrung erfolgt hauptsächlich am Rande des Zoariums; im Inneren ist mit fortschreitendem Alter eher eine Verminderung der Zahl der Röhren als eine Vermehrung zu konstatieren. Dementsprechend wächst der Stock flach polsterförmig. Oppenheim gibt „sowohl Teilung als Zwischensprossung" an seinem Stocke an. Die Teilung dürfte auf den in Fig. 2 versinnbildlichten Vorgang zurückzuführen sein. Es handelt sich dabei, wie man sieht, um das Gegenteil einer Vermehrung durch Teilung. In der Draufsicht auf den Stock hat es allerdings den Anschein, als ob durch Entstehung von Scheidewänden, die durch Verplattung und Verwachsung der Stacheln begünstigt wird, in der Tiefe der Röhren neue Zellen entstünden. In Wirklichkeit aber entsteht nach oben zu aus 2 Röhren eine einzige, wie auch Oppenheim's Fig. 1 a[1] (Seitenansicht) am Unterrand 8 Röhrenzellen, am Oberrand dagegen nur 6 erkennen läßt.

Fig. 2. Vergr.

Die Gattung *Acantharia* ist aus der Gruppe der Tabulaten zu entfernen; ihrer Einreihung unter die Cerioporiden stehen keine Hindernisse im Wege. Ob man diese Bryozoenfamilie mit den Trepostomata vereinigt oder zu den Cyclostomata stellt, bleibt für die systematische Auffassung von *Acantharia*, insbesondere ihrer Nichtverwandtschaft mit den Favositiden gleich. Innerhalb der Cerioporiden nimmt *Acantharia* durch ihre riesigen Zooecien eine Sonderstellung ein; die Taxonomie mit den Vertretern dieser Familie bedarf näherer Untersuchung von seiten der Spezialisten.

Ich möchte zum Schlusse die Eigenschaften von *Acantharia* in folgender Diagnose zusammenfassen:

Acantharia (*Ubaghsia* Oppenh. non Jullien) wächst in flachen, unebenen, massigen Zoarien von unregelmäßig kreisförmigen Umrissen. Der größte vorliegende Stock hat fast 16 cm Durchmesser besessen und besteht aus mehreren Einzelkolonien, die auf der Unterseite und am Rande von einer gemeinsamen periodisch abgeschiedenen Kalkhaut (Epithek) eingehüllt werden. An den größeren Zoarien läßt sich ein zentraler Teil mit senkrecht wachsenden Zooecien und — in allmählichem Übergang — ein peripherer Teil mit bogenförmig nach außen und oben verlaufenden Zellen unterscheiden. Ganz am Rande kriechen die Zooecien in ihrem proximalen Teil. Alle Röhren richten sich auf und die Peristome suchen sich alle senkrecht zur Stockoberfläche zu stellen. Die

[1] a. a. O. Taf. 13.

Mündungen der Zooecien sind verrundet polygonal bis kreisförmig. Es sind nur einerlei Zooecien vorhanden, prismatische Röhrenzellen von gewöhnlich 1 mm, selten bis 1,5 mm Durchmesser und 1 cm bis höchstens 2 cm Länge, die sich mit vollständig verschmolzenen Wänden aneinanderlegen. (Eine Änderung in der Größe und der Organisation der Röhren ist mit der Richtungsänderung nicht verbunden, jeder Vergleich mit *Inversaria*, z. B. mit *Ceriopora tubiporacea* Gf., verbietet sich daher.) Die Wände und Böden sind je nach dem Grad der Reife dicht oder porös. Im Innern der Zooecien sind zahlreiche Diaphragmen und Stacheln vorhanden.

Die sogen. Tabulaten des Jura und der Kreide schrumpfen nach dem Vorstehenden merklich zusammen. Sichere Favositiden und Chaetetiden gibt es im Malm und der ganzen Kreide überhaupt nicht. Die Bryozoen, Ordnung Trepostomata, erfahren Zuwachs. Eine vermittelnde Stellung zwischen den Chaetetiden und Monticuliporiden scheint die neue Gattung *Blastochaetetes* einzunehmen. Ungewiß ist die systematische Stellung von *Chaetetopsis*.

Berlin, Geologisch-paläontologisches Institut der Universität, 3. Oktober 1918.

Die astigmatischen Bildfehler der Polarisationsprismen.

Von **M. Berek** in Wetzlar.

Mit 1 Textfigur.

Die erste Anregung, mich mit den astigmatischen Bildfehlern der Polarisationsprismen zu beschäftigen, erhielt ich während meiner Studienzeit, als Herr Geheimer Bergrat Prof. Dr. Th. Liebisch gelegentlich einer Demonstration des Sorby'schen Phänomens daran die Bemerkung knüpfte, daß es merkwürdigerweise für die Qualität der optischen Abbildung nicht gleichgültig sei, an welcher Stelle des Strahlengangs das Polarisationsprisma eingeschaltet werde. Inzwischen hat S. Becher[1] die Beziehungen zwischen der Störung der homozentrischen Strahlenvereinigung und den zu beobachtenden astigmatischen Bildfehlern klargelegt. Als Biologen hat ihn indes nur die orthoskopische Beobachtungsweise interessiert. Bei den mineralogisch-petrographischen Untersuchungen ist auch die konoskopische Beobachtungsweise zu berücksichtigen. Ferner werde ich im folgenden zeigen, wie sich die allgemeine Theorie der astigmatischen Bildfehler im Polarisationsmikroskop leicht auf der Grund-

[1] S. Becher, Ann. d. Phys. 47. 1915. 285—364.

lage eines einfachen Prinzips der geometrischen Optik entwickeln läßt. Es ist gewissermaßen das Grundprinzip des Strahlenganges in optischen Instrumenten.

Ist der Astigmatismus der Polarisationsprismen bei der Beobachtung störend?

Zur Demonstration des Sorby'schen Phänomens wird gewöhnlich ein Netzmikrometer benutzt. Ein solches Objekt läßt zwar die astigmatische Differenz ganz deutlich hervortreten, wenn man das anisotrope Medium unmittelbar auf das Mikrometer legt; für die Beurteilung der Bildfehler im Polarisationsmikroskop ist es aber weniger geeignet. Seine Strukturelemente erscheinen unter einem gewissen Gesichtswinkel, der sich mit der Vergrößerung ändert. Im Gegensatz hierzu sind die in einem Gesteinsdünnschliff auftretenden Trennungslinien der verschiedenen Medien, ferner die Zwillingsgrenzen, die Kanten usw. ideal feine Strukturen, deren Gesichtswinkel auch bei starker Vergrößerung Null bleibt. Zur Entscheidung unserer Frage wird sich daher ein beliebiger, nicht zu feinkörniger Gesteinsdünnschliff am besten eignen. Um durch die Interferenzfarben nicht gestört zu sein, entfernen wir den Polarisator. Wir wählen ein schwaches Objektiv (No. 1 oder 2 der einzelnen Firmen) und ein mittleres oder noch besser ein starkes Okular. Den Tubusanalysator schalten wir zunächst aus. Vollziehen wir nun langsam die Einstellung, so wird mit der Annäherung an die Scharfeinstellung unser Auge unruhig und fühlt sich erst in dem Augenblick entlastet, wo die Scharfeinstellung erreicht ist. Machen wir denselben Versuch bei eingeschaltetem Tubusanalysator, so werden wir zumeist den Tubus über die Stellung optimaler Schärfe hinausschieben und geben ihm erst nachträglich eine Lage, in der uns das Bild am wenigsten schlecht erscheint. Die Qualität dieses Bildes ist ganz erheblich minderwertiger; verschieden orientierte Strukturelemente besitzen einen verschiedenen Schärfegrad, und deshalb wechselt die Akkommodation des Auges auch nach endgültiger Einstellung des Bildes ständig. Der durch den Astigmatismus erzwungene ständige Akkommodationswechsel während der Beobachtung, nicht das Farbenspiel der Interferenzen ist es, was die Beobachtung im Polarisationsmikroskop mit dem Tubusanalysator so ermüdend macht und das Auge viel mehr schädigt, als die Beobachtung im gewöhnlichen Mikroskop.

Machen wir nun den gleichen Versuch, indem wir unter Beibehaltung unseres Okulars zu stärkeren Objektiven übergehen, so finden wir, daß die schwachen Systeme die Störungen in höherem Maße zeigen als die starken. Gerade die schwachen und mittleren Systeme werden aber bei petrographischen Arbeiten am meisten

gebraucht. Wenn E. A. Wülfing[1] seinen Verzicht auf Korrektion der astigmatischen Bildfehler im Polarisationsmikroskop mit den Worten begründet: „Die astigmatischen Störungen sind bei mineralogisch-petrographischen Untersuchungen übrigens auch vielfach nicht von der Bedeutung wie bei biologischen Arbeiten, weil unsere Objekte nicht jenen Grad der Feinheit und unsere Vergrößerungen auch für gewöhnlich nicht ein solches Maß erreichen, daß jener Astigmatismus besonders hervortrete," so kann dem nicht beigestimmt werden.

Im Verlaufe unserer weiteren Darlegungen werden wir die Erklärung dafür erbringen, warum die schwächeren Objektivsysteme die astigmatischen Störungen der Polarisationsprismen stärker hervortreten lassen.

Bezeichnungen.

Zur Vermeidung von Wiederholungen seien die benutzten Abkürzungen zusammengestellt.

E, $\mathfrak{E}$: reziproke Ebenen.
U, $\mathfrak{U}$: astigmatische Unschärfe in E bzw. $\mathfrak{E}$.
B, $\mathfrak{B}$: astigmatische Verzerrung in E bzw. $\mathfrak{E}$.
0,132: astigmatische Konstante für Paraxialstrahlen.
l: Prismenlänge.
u, $\mathfrak{u}$: halber Öffnungswinkel in der Ebene E bzw. $\mathfrak{E}$.
α: halber Öffnungswinkel in der Präparatebene des Mikroskops.
A: wirksame Apertur des Objektivs.
$\mathfrak{A}$: wirksame Apertur der Bertrand'schen Linse.
r, $\mathfrak{r}$: Blendenradien in E bzw. $\mathfrak{E}$.
ϱ: Radius des wirksamen orthoskopischen Gesichtsfeldes im Objekt.
R, $\mathfrak{R}$: Radius der Austrittspupille im Orthoskop bzw. Konoskop.
f: Brennweite (allgemein).
f_1: desgl. des Objektivs.
f_1': desgl. der Bertrand'schen Linse.
f_2: desgl. des Okulars.
F: desgl. des orthoskopischen Mikroskops.
$\mathfrak{F}$: desgl. des konoskopischen Mikroskops (Bertrand'sche Linse + Okular).
v, $\mathfrak{v}$: Lateralvergrößerungen in E bzw. $\mathfrak{E}$.
v_1, v_1', v_2, V, $\mathfrak{V}$: Lateralvergrößerungen der verschiedenen Linsensysteme entsprechend den Bezeichnungen für die Brennweiten.
Δ: Abstand der reziproken Ebenen E und $\mathfrak{E}$ (im Mikroskop: optische Tubuslänge).
e, $\mathfrak{e}$: Abstand der Ebenen E bzw. $\mathfrak{E}$ von der zugehörigen Hauptebene eines optischen Systems.

[1] E. A. Wülfing, Abh. Heidelberg. Akad., math.-nat. Kl. (6.) 1918. 34.

x, y: Abstand der Ebenen E bzw. $\mathfrak{E}$ von dem zugehörigen Brennpunkt eines optischen Systems.
S: Schirmabstand vom hinteren Brennpunkt des Gesamtsystems (bzw. deutliche Sehweite).
n: Brechungsindex einer homogenen Immersion.
d, $\mathfrak{d}$: astigmatische Differenz.

Die astigmatische Differenz.

Zunächst sei an einige fundamentale Erscheinungen erinnert. Wir setzen voraus, daß der Analysator ein normal polarisiertes Gesichtsfeld besitze[1]. Ein axiales ursprünglich homozentrisches Strahlenbündel besitzt nach Durchgang durch ein solches Prisma entsprechend dessen optischem Symmetriecharakter nur mehr zwei aufeinander senkrechte Symmetrieebenen. Demgemäß erfahren nur Strukturelemente, die parallel und senkrecht zum Hauptschnitt des Prismas orientiert sind, eine scharfe Abbildung in beziehentlich zwei Ebenen, deren Abstand die astigmatische Differenz genannt wird. Die senkrecht zum Hauptschnitt einfallenden Strahlen konvergieren infolge der kleineren Vertikalverschiebung, die sie bei dem Durchgang durch das Prisma erfahren, früher als die im Hauptschnitt verlaufenden Strahlen. Die Differenz dieser Vertikalverschiebungen in den beiden Symmetrieebenen, die astigmatische Differenz, ist unabhängig von der Schnittweite des Strahlenbündels, aber eine Funktion seines Öffnungswinkels und proportional der Prismenlänge. Für Paraxialstrahlen erreicht sie einen maximalen Grenzwert vom Betrage

$$\mathfrak{d} = 0{,}132\ l \qquad (1)$$

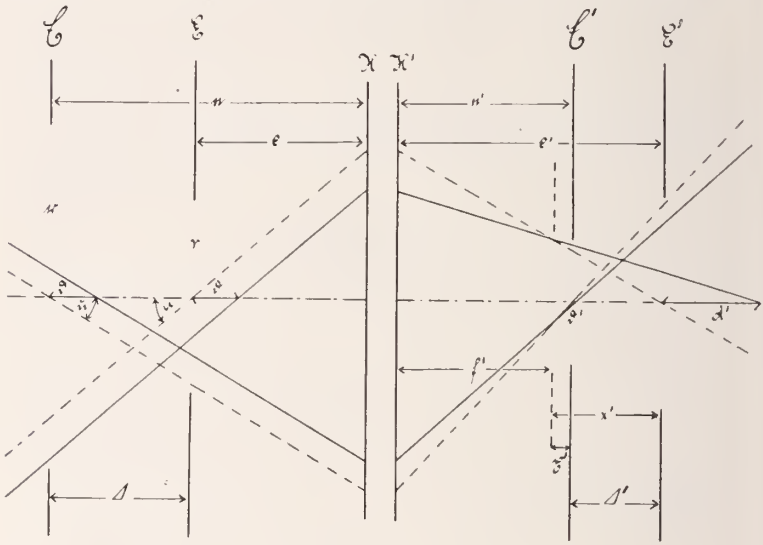
Indes ändert sich innerhalb der durch das brauchbare Gesichtsfeld des Prismas gesteckten Grenzen $\mathfrak{d}$ um noch nicht $1\frac{1}{2}$ %. Diese Genauigkeit reicht aus, um unbeschadet der Allgemeinheit die Abhängigkeit der astigmatischen Differenz vom Öffnungswinkel zu vernachlässigen.

Die astigmatischen Bildfehler in reziproken Ebenen.

Jede optische Störung in einem von abbildenden Strahlen durchsetzten Raum läßt sich hinreichend und eindeutig erfassen, wenn wir den Strahlenverlauf in zwei reziproken Ebenen E und $\mathfrak{E}$ des Strahlenganges betrachten. Diese sind dadurch definiert, daß die von einem Punkte der Ebene E ausgehenden Strahlenbündel ihre Basis in $\mathfrak{E}$ haben, und umgekehrt. Legen wir den Hauptschnitt des Prismas in die Zeichenebene der Figur, so werden senkrecht zum Hauptschnitt liegende Strukturelemente in dem mit E bzw. $\mathfrak{E}$ bezeichneten Ebenen unscharf abgebildet. Als Maß dieser

[1] Prisma nach Glan-Thompson, Ahrens, Glan-Foucault, Frank & Ritter.

astigmatischen Unschärfe sehen wir an die Breite U bzw. ll der Zerstreuungslinie in E bzw. $\mathfrak{E}$ für die im Hauptschnitt verlaufenden, nach dem zweiten axialen Schnittpunkt konvergierenden Bündel. Der Astigmatismus in E bewirkt ferner, daß die Durchstoßpunkte der parallel und senkrecht zum Hauptschnitt verlaufenden Strahlen in der reziproken Ebene $\mathfrak{E}$ verschiedenen Abstand von der Achse haben, und der gleiche Zusammenhang besteht zwischen dem Astig-



Astigmatismus eines Polarisationsprismas mit normalpolarisiertem Gesichtsfeld in reziproken und konjugierten Ebenen.

Die ausgezogenen Strahlen verlaufen im Hauptschnitt, die gestrichenen senkrecht zum Hauptschnitt des Prismas. Die linke Hälfte der Figur ergibt die primären Bildfehler, die rechte Hälfte die sekundären nach Abbildung durch ein optisches System HH'.

matismus in $\mathfrak{E}$ und den Durchstoßpunkten in E. Die Blenden in E und $\mathfrak{E}$ erscheinen also verzerrt. Als Maß dieser Verzerrung wählen wir den Ausdruck

$$B = \frac{r_{\parallel} - r_{\perp}}{r_{\perp}} \quad \text{bezw.} \quad \mathfrak{B} = \frac{r_{\parallel} - r_{\perp}}{r_{\perp}}$$

Aus der Figur ergeben sich dann folgende Beziehungen für die astigmatischen Bildfehler:

$$\begin{aligned} U &= 2\mathfrak{d}\,\mathrm{tg}\,u & \mathfrak{U} &= 2\mathfrak{d}\,\mathrm{tg}\,u \\ B &= -\frac{\mathfrak{d}}{\Delta} & \mathfrak{B} &= +\frac{\mathfrak{d}}{\Delta} \end{aligned} \qquad (2)$$

Der Astigmatismus in einer Ebene erzeugt in dieser Ebene eine Unschärfe der Abbildung und in der zu ihr reziproken Ebene eine Bildverzerrung. Die astigmatischen Unschärfen in zwei reziproken Ebenen verhalten sich wie die Tangenten der zugehörigen Öffnungswinkel. Die astigmatischen Verzerrungen der Blenden in zwei reziproken Ebenen sind numerisch gleich, aber von entgegengesetztem Sinn.

Aus der Figur folgt ferner:

$$\operatorname{tg} u = \frac{r_\perp}{l} \qquad \operatorname{tg} u = \frac{r_\perp}{\mathfrak{l}}$$

und demnach

$$U : \mathfrak{U} = r_\perp : r_\perp$$

Die astigmatischen Unschärfen der Abbildung in zwei reziproken Ebenen verhalten sich umgekehrt wie die zugehörigen Blendenradien senkrecht zum Hauptschnitt.

Außerdem gilt noch

$$\operatorname{tg} u = \frac{r_u - r_\perp}{\mathfrak{d}} \qquad \operatorname{tg} u = \frac{r_\perp - r_u}{\mathfrak{d}}$$

und mithin

$$U = 2(r_u - r_\perp) \qquad \mathfrak{U} = 2(r_\perp - r_u)$$

Die astigmatische Unschärfe in einer Ebene ist numerisch gleich der Differenz der verzerrten Blendendurchmesser in der reziproken Ebene.

Bei der Abbildung des reziproken Ebenenpaares durch ein optisches System wird die astigmatische Unschärfe entsprechend der Maßstabsbeziehung zwischen Objekt und Bild vergrößert; die astigmatische Bildverzerrung hingegen bleibt ungeändert, weil sie als Quotient zweier achsensenkrechten Längen definiert ist. Bedeuten $\mathfrak{v}$ und $\mathfrak{v}$ die Lateralvergrößerungen in E' und $\mathfrak{E}'$, so erhalten wir für die astigmatischen Bildfehler im Bildraum:

$$\begin{aligned} U' &= \mathfrak{v}\, U & \mathfrak{U}' &= \mathfrak{v}\, \mathfrak{U} \\ B' &= B & \mathfrak{B}' &= \mathfrak{B} \end{aligned} \tag{3}$$

Die Lateralvergrößerungen können in verschiedener Weise bestimmt werden:

1. durch den Abstand konjugierter Ebenen von den Hauptpunkten:

$$\mathfrak{v} = \frac{e'}{e} \qquad \mathfrak{v} = \frac{e'}{\mathfrak{e}} \tag{4}$$

2. durch den Objektabstand oder Bildabstand vom zugehörigen Hauptpunkt und durch die Brennweite:

$$\mathfrak{v} = \frac{e' - f'}{f'} = \frac{f}{e - f} \qquad \mathfrak{v} = \frac{e' - f'}{f'} = \frac{f}{\mathfrak{e} - f} \tag{5}$$

3. durch den Objektabstand oder Bildabstand vom zugehörigen Brennpunkt und durch die Brennweite:

$$v = \frac{x'}{f'} = \frac{f}{x} \qquad v = \frac{x'}{f'} - \frac{f}{x} \tag{6}$$

Obwohl nach den Formeln (3) die astigmatischen Fehler im Bildraum in sehr einfacher Beziehung zu den ursprünglichen Fehlern des Objektraumes stehen, ist der Charakter des Astigmatismus in in den Bildebenen E′ und F′ ein wesentlich anderer geworden als der im Objektraum. Im Bildraum hat die astigmatische Differenz infolge der verschiedenen Axialvergrößerung verschiedene Werte. Sie ist also nicht mehr unabhängig von der Schnittweite. Man findet

$$\begin{aligned} d' &= \frac{f'^2 \mathfrak{d}}{(e - f)\,[e - f - \mathfrak{d}]} = \frac{(e' - f')^2 \mathfrak{d}}{f'^2 - (e' - f')\mathfrak{d}} \\ \mathfrak{d}' &= \frac{f'^2 \mathfrak{d}}{(e - f)\,[e - f - \mathfrak{d}]} = \frac{(e' - f')^2 \mathfrak{d}}{f'^2 - (e' - f')\mathfrak{d}} \end{aligned} \tag{7}$$

Die astigmatischen Unschärfen in den reziproken Bildebenen stehen daher nicht mehr in derselben einfachen Beziehung zueinander wie im Objektraum, wohl aber die Blendenverzerrungen.

Diese Grundlagen reichen für die allgemeine Theorie der astigmatischen Bildfehler im Polarisationsmikroskop aus.

(Schluß folgt.)

Personalia.

Berufen: Dr. **R. Groß**, Privatdozent an der Universität Greifswald, als außerordentlicher Professor für Mineralogie und Petrographie an die Universität **Hamburg**. — Prof. Dr. **Erich Kaiser**, der sich im Herbst 1913 auf eine Forschungsreise nach Deutsch-Südwestafrika begeben hatte und dort von dem Krieg überrascht worden war, ist nach Deutschland zurückgekehrt und hat seine Lehrtätigkeit in **Gießen** wieder aufgenommen. — Dr. **Heinrich Baumhauer**, Professor der Mineralogie in Freiburg i. d. Schweiz, begeht am 11. August sein 50jähriges Doktorjubiläum.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur analytischen Untersuchung von Mieser Wulfeniterzen.

Von **E. Dittler** in Wien.

Bei der Untersuchung verschiedener Wulfenitvorkommen aus Mies in Kärnten, die dort ganz ähnlich den Bleierzvorkommen von Bleiberg auftreten, ergab sich mir die Notwendigkeit eine Methode auszuarbeiten, die es ermöglichte, neben dem hauptsächlich als Gangart vorhandenen Ca auch die Elemente Pb, Mo und Zu möglichst exakt in einer einzigen Probe zu bestimmen[1]. Als Mineralien kommen neben Wulfenit, Bleiglanz und Bournonit insbesondere Kalkstein und Dolomit in Frage, die sich unter Umständen derart durchsetzen, daß eine Isolierung kaum möglich ist. Die Erze finden sich absätzig als Schnüre, Schalen und Knoten und werden begleitet von Galmei, Schwefelkies, Cerussit, Anglesit, Greenockit, Gips, Limonit, Hämatit und Calcit, die in Hohlräumen dicht nebeneinander angetroffen werden.

Der Analysengang wäre folgender:

1. Ca. 1 g feinstgebeutelte Durchschnittsprobe wird in einer kleinen flachen Porzellanschale mit etwas Wasser befeuchtet, mit 10—12 cm^3 HCl bis zur Vertreibung der CO_2 digeriert, dann 5 cm^3 HNO_3 (δ 1,4) hinzugegeben und auf dem Wasserbad zur Vertreibung der Stickoxyde eingedampft. Ganz einzudampfen ist wegen der Bildung basischer Salze nicht zu empfehlen. Aus der stärker oder schwächer auftretenden Gelbfärbung kann man auf den Molybdängehalt schließen. Ist der Rückstand noch schwarz gefärbt, so müssen zwecks vollständigen Aufschlusses noch einige Tropfen Salpetersäure und Salzsäure in obigem Verhältnisse zugesetzt werden. Beim Eindampfen fällt $PbCl_2$ heraus, falls größere Mengen von diesem Elemente vorhanden sind.

2. Es werden nun 6 cm^3 H_2O und 1 cm^3 H_2SO_4 konz. aus einem Proberöhrchen vorsichtig zugesetzt und über der offenen Flamme bis zum Auftreten von SO_3-Dämpfen unter beständigem Umrühren erhitzt. Am Rande der Schale auftretende Blaufärbung

[1] Einzelmethoden zur Bestimmung von Pb, Mo, Zu sind zur Genüge bekannt: Fr. P. Treadwell, Analytische Chemie, und G. Lunge und E. Berl. Chemisch-technische Untersuchungsmethoden; es fehlt aber an einem Hinweis ihrer praktischen Anwendbarkeit auf den oben erwähnten speziellen Fall.

deutet auf Molybdän. Hierauf wird mit 50 cm^3 kaltem Wasser verdünnt, auf dem Wasserbade erwärmt und zwei- bis dreimal mit 50 cm^3 H_2O mit 12 Tropfen konzentrierter H_2SO_4 durch ein 9 cm Barytfilter dekantiert, um die Molybdänsalze zu lösen. Der Rückstand darf beim Eindampfen mit einem Tropfen H_2SO_4 keine Blaufärbung mehr aufweisen. Bleisulfat ist in konzentrierter warmer H_2SO_4 löslich, daher darf nicht zu weit eingedampft werden. Der Rückstand besteht aus Blei-Calciumsulfat und unlöslicher Gangart, die nun voneinander zu trennen sind. Häufig befindet sich in diesem Niederschlag auch Sb_2O_3, das bei größeren Mengen durch das Ausziehen mit H_2SO_4 nicht vollständig in das Filtrat gebracht werden kann und mit saurer Seignettesalzlösung[1] entfernt werden muß. Das sich bildende Antimonylsulfat wird nämlich sehr leicht in Säure und Oxyd gespalten, das beim $PbSO_4$-Niederschlag verbleibt.

3. Den Pb-, Ca-Sulfat- und Gangartrückstand behandelt man mit Ammonacetatlösung[2] und kocht ca. eine halbe Stunde, sodann befeuchtet man nach dem Auswaschen mit heißem Wasser mit etwas H_2S-Wasser, um sich von der Reinheit der Gangart zu überzeugen. Ist noch $PbSO_4$ vorhanden, so tritt augenblicklich Schwarzfärbung ein. Man löst dann mit einigen Tropfen HCl und filtriert. Im Filtrat kann man nach Vorschrift das Pb mittels H_2S fällen und bestimmen.

4. Sollen Pb und Ca bestimmt werden, so werden beide Elemente nach dem Ausziehen mit Ammonacetat mit H_2SO_4 gefällt, in einem Neubauer-Platintiegel gewogen, dann in HCl gelöst, das Ca als Oxalat gefällt und das Pb aus der Differenz bestimmt.

Bei der Lösung mit konzentrierter Ammonacetatlösung geht ebenso wie das Bleisulfat auch das Calciumsulfat in Lösung; wahrscheinlich bilden sich basische Acetate[3], die getrennt werden müssen. Lunge-Berl gibt in seinem bekannten Handbuche[4] an, in diesem Falle von dem wieder ausgeschiedenen Blei- und Calciumsulfat abzudekantieren, 200 cm^3 Wasser und einige Tropfen H_2SO_4 in das Becherglas zu geben und nach längerem Erwärmen vom nun reinen Bleisulfat abzufiltrieren. Erfahrungsgemäß wird hierbei nicht alles Calcium gelöst, und es erscheint daher zweckmäßiger,

[1] In alkalischer Seignettesalzlösung ist auch $PbSO_4$ löslich, was vermieden werden soll. Man löst 100 g Seignettesalz in möglichst wenig Wasser und füllt auf 200 cm^3 auf. Zum Gebrauch säuert man mit einigen Tropfen konzentrierter H_2SO_4 an.

[2] Man löst von diesem Salze so viel, daß ein Bodenkörper verbleibt und gibt NH_3 bis zur alkalischen Reaktion hinzu.

[3] Der Vorgang ist bei Blei nach F. P. Treadwell folgender:

$$2PbSO_4 + 2(NH_4)C_2H_3O_2 + 2NH_4OH = O < \begin{matrix} Pb-C_2H_3O_2 \\ Pb-C_2H_3O_2 \end{matrix} + 2(NH_4)_2SO_4 + H_2O.$$

[4] G. Lunge und E. Berl, Chem.-techn. Untersuchungsmethoden. II. 664. 1910.

nach obiger Methode zu verfahren, wenn es sich darum handelt, neben Pb auch Ca zu bestimmen.

5. Die SO_4-saure Lösung neutralisiert man mit NH_3 unter Zusatz von Methylorange und entfernt nach Zusatz von etwas NH_4Cl das Fe. Bei viel Fe wird die Fällung nach bekannter Vorschrift wiederholt. Dann kommen noch 20 cm^3 NH_3 hinzu, und nun wird H_2S bis zur Sättigung eingeleitet, bis der Geruch nach H_2S auftritt. Meist ist neben Mo auch etwas Zn vorhanden, das bestimmt werden muß. Es werden daher vor dem H_2S-Einleiten auf je 100 cm^3 Flüssigkeit 5 g Ammonrhodanat zugesetzt, um das ZnS auszusalzen und nach dem Einleiten 12—14 Stunden stehen gelassen; vom ZnS wird durch ein Filter abgegossen und mit der von F. P. Treadwell vorgeschriebenen Waschflüssigkeit (5 g NH_4CNS, 2 cm^3 farblosen $(NH_4)_2S$ in 100 cm^3 H_2O) gewaschen. Das ZnS wird am besten nach Vollhard mittels HgO in ZnO übergeführt. Im Filtrat fällt man nach bekannter Methode das Mo durch Ansäuern der ammoniakalischen Lösung [1].

Mineralogisches Institut der Universität Wien.

Ueber die Funken und den Geruch beim Aneinanderschlagen von Mineralien.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

I.

Obwohl R. J. Hauy bereits im Jahre 1787 jedes Mineral in eine von vier Härtegruppen einordnete, je nachdem es Quarz, Glas, Kalkspat zu ritzen oder nicht zu ritzen vermochte, wären doch bis zu der sich hieran anlehnenden Härtestufung durch F. Mohs (1822) das Kratzen mit dem Fingernagel, das Ritzen auf einer Glasscheibe, das Schaben mit dem Messer und das Schlagen am Feuerstahl die üblichen Methoden der Härteprüfung. Die hierbei speziell dem Stahl zugeschriebene Rolle wird aus A. G. Werner's Feststellung (1774) ersichtlich, daß Diamant, Korund, Granat, Quarz, Flint, Schwefelkies und Feldspat die Feile unter Funkenbildung angreifen, daß dagegen Flußspat und Zinkblende dies nicht tun, sondern sich mit dem Messer schaben lassen. Ähnlich äußern sich C. v. Linné (1770), R. Kirwan (1785) u. a. Später fand man, daß die Stahlfeile nur von denjenigen Mineralien angegriffen wird, deren Härte in der Mohs'schen Skala mindestens an $H = 6$ heranreicht. Dementsprechend sagt C. Hintze in seinem Handbuch (1904) vom Arsenkies mit der Härte $H \leq 6$ ausdrücklich, daß er am Stahl funke.

[1] Diese Methode hat gegenüber der Druckmethode unleugbare Vorteile.

Allen diesen Angaben liegt offenbar die Tatsache zugrunde, daß die Funken, die beim Schlagen mit Stahl entstehen, erhitzte, losgerissene und an der Luft verbrennende Eisenteilchen nach Art der sog. Staubmeteoriten sind.

II.

Verwickelter werden die Vorgänge beim Aneinanderschlagen zweier gleichartiger Mineralien.

Führt man ein Paar Stücke Feuerstein halb schlagend, halb wetzend aneinander hin, so blitzen im Dunkeln und sogar bei Tageslicht an den Berührungsstellen gelbe Lichtpünktchen auf. Diese Eigentümlichkeit zeigt sich ebenso unter Wasser wie an Luft und stellt somit eine „kalte Strahlung" dar, die nach ihrer Erregungsart als Triboluminescenz oder Reibungslumineszenz bezeichnet wurde, nach heutiger Ansicht aber im Grunde nicht durch Reibung, sondern durch Zerbrechung entsteht. A. Imhof[1] fand diese Lumineszenz außer am Flint besonders deutlich an Quarz, Opal, Quarzglas, Apatit, Flußspat und Zinkblende[2]; ich beobachtete sie ebenso ausgeprägt am Achat der Melaphyre wie am organogenen Feuerstein, am pyrogenen Quarz der Liparite wie am Bergkristall von Madagaskar und den Alpen, am Sanidin der Eifel wie am Adular vom St. Gotthard und recht kräftig auch an Obsidianen von Island, Lipari, Eriwan und Ascension sowie am Moldawit von Budweis in Böhmen, während Flaschenglas, Fensterglas, Spiegelglas und Tempaxglas (Aluminiumborosilikatglas) äußerst schwach oder gar nicht triboluminescierten. Das Aufblitzen, das am Diamant während des sog. Graumachens oder Rauhmachens beim Abspringen schadhafter Stellen[3] auftritt, gehört wohl ebenso hierher wie das Leuchten beim Zerbrechen von Rohrzucker[4] und Weinsäurekristallen[4]

[1] A. Imhof, Physikal. Zeitschr. 18. p. 78. 1917.

[2] Abnorm stark triboluminescieren gewisse Zinkblenden vom Radautal im Harz, von der Otavigrube bei Tsumeb in Deutsch-Südwestafrika und von Mexiko.

[3] Diese Kenntnis verdanke ich einer freundlichen Auskunft der Diamantschleiferei von J. u. S. Ginsberg in Hanau.

[4] Vgl. F. Hayashi, „Beobachtungen über Pyroelektrizität". Inaug.-Dissert. p. 45. Göttingen 1912. Die hier geprüfte W. Voigt'sche Theorie der Triboluminescenz berührt sich mit den piezoelektrischen Deutungen von W. Vernadsky (Bull. Acad. Sciences. St. Pétersbourg. 4. p. 1037. 1910), B. Lindener (ebenda, p. 999) und J. Ostromysslensky (Journ. Russ. Phys. Chem. Ges. 42. p. 591. 1910), während P. Lenard (Sitzungsber. Heidelberger Akad. Wiss. p. 39. Anm. 67. 1914) und A. Imhof (l. c. p. 374) zwei abweichende Theorien entwickelten. H. Schmidt (Physikal. Zeitschr. 19. p. 399. 1918) machte die Lenard'sche Zurückführung auf elektrische Doppelschichten gegenüber der Imhof'schen Deutung wahrscheinlich, die sich an die Lenard'sche Phosphoreszenzlehre anschloß. A. Andreocci (Gazz. chim. 29. 1. p. 516. 1899) behauptete einen Zusammenhang der Tribo-

und die Lumineszenz beim Kristallisieren von Kaliumsulfat, Arsentrioxyd u. a. Diese kalten Lichtblitze entstehen naturgemäß auch beim Aneinanderschlagen des weicheren Flußspates mit dem härteren Stahl.

Fliegende „Funken" sieht man in allen jenen Fällen sehr selten und dann stets nur äußerst kurze Zeit; das Leuchten der abspringenden Partikeln erlischt offenbar sogleich ($\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{100}$ Sekunde) nach ihrer Loslösung, denn die Erregungsdauer ist beim Zerbrechen naturgemäß sehr kurz und in solchen Fällen treten nach P. Lenard[1] nur die Momentanbanden der Phosphoreszenz auf; außerdem existiert für jede tribolumineszierende Substanz eine bestimmte „Mineralkorngröße", die nach A. Imhof[2] beim Quarz etwa 0,1 mm beträgt, so daß feineres Pulver beim weiteren Zerstoßen nicht mehr leuchtet.

Unabhängig von der Lumineszenz tritt natürlicherweise eine gewisse Erhitzung ein. So berichtet L. Hopf[3], daß es ihm, allerdings nach langer Bemühung, gelungen sei, mittels zweier Flintsteine Feuer zu erzeugen, und erwähnt ähnliche Angaben von Vergil, Seneca, Plinius u. a., spricht sich aber über die Natur des feuerfangenden Stoffes nicht aus. Da jedoch gerade hierauf alles ankommt, stellte ich fest, daß man sowohl mit zwei Feuersteinen als auch mit zwei Bergkristallen einen mit Schwefelkohlenstoff getränkten Wattebausch, auf den man die Mineralteilchen überspringen läßt, binnen einigen Sekunden zum Brennen bringen kann, nicht aber trockene Watte. Die Entflammungstemperatur des Schwefelkohlenstoffs ergab sich für diese Bedingungen zu etwa 350 bis 400°, da schmelzendes Zink im Gegensatz zu schmelzendem Blei die Entzündung herbeiführte und ihre Schmelzpunkte bei 419° und 327° liegen.

Somit kommt der Zustand zahlreicher Quarz- und Feuersteinpartikeln nach dem Draper'schen Grundgesetz der Temperaturstrahlung (1847) mindestens der dunklen Rotglut nahe, wobei nach der statistischen Thermodynamik in geringerer Anzahl auch noch heißere Teilchen auftreten müssen. Vergleicht man die Zündfähigkeit von Flint und Quarz mit derjenigen des härteren Korunds und des weicheren Orthoklases und Flußspates, so erscheint sie bei den zwei erstgenannten Mineralien am größten. Offenbar steigt zwar die Erhitzung mit der Härte, die Anzahl der abspringenden Funken

lumineszenz mit optischem Drehungsvermögen, wie auch Lindener (l. c.) und Ostromysslensky (l. c.) die häufige Abwesenheit des Symmetriezentrums hervorhoben, und M. Trautz (Zeitschr. f. physikal. Chem. 53. 1. 1905) betonte den elektrostatischen Charakter jener Lumineszenz, die allen guten Leitern fehle.

[1] P. Lenard, Sitzungsber. Heidelb. Akad. Wiss. p. 33. 1909.

[2] A. Imhof, l. c. p. 78.

[3] L. Hopf, Kosmos. p. 304. Stuttgart 1907.

nimmt jedoch mit wachsender Härte ab, und zwar derart, daß die Härte H = 7 des Quarzes und des Feuersteins das Optimum darstellt; würde man die Geschwindigkeit des Aneinanderschlagens und somit die lebendige Kraft dadurch steigern, daß man die Manipulation durch eine maschinelle Vorrichtung ersetzt, so könnte sich jenes Optimum möglicherweise nach höheren Härten hin verschieben. Die spezifischen Wärmen der genannten Mineralarten spielen keine Rolle, da sie sich nur um etwa 15 % unterscheiden; ebensowenig fällt die Wärmeleitfähigkeit ins Gewicht, weil die Erhitzung der abspringenden Partikelchen nahezu adiabatisch erfolgt. Übrigens lumineszieren gerade die zündenden Quarzteilchen am geringsten, da nach A. Imhof[1] die Triboluminescenz dieses Minerals bereits bei + 400° merklich schwächer ist.

Aus unseren Versuchen scheint hervorzugehen, daß die Entflammung von Zunderschwamm, Pflanzenmark, zerstoßenen dürren Blättern und ähnlichen Stoffen trotz ihrer großen Oberfläche bei Benutzung zweier Flintstücke wohl mindestens viel Zeit, Mühe und Übung erfordern dürfte; es wird vielleicht darauf ankommen, die Mineralpartikeln möglichst schnell hintereinander auf eine und dieselbe Stelle der zu entzündenden Substanz springen zu lassen. Wenn sich prähistorische Menschen mit jenen Mitteln Feuer bereitet hätten, so würde man wohl unter den Grabbeigaben zwei Flintsteine finden. Das war aber bisher nicht der Fall; dagegen wurden sowohl in der nordischen Ganggräberzeit als auch in der nordischen Bronzeperiode den Toten häufig eine Feuersteinscherbe und eine — inzwischen stark zersetzte — Schwefelkiesknolle mitgegeben. Mit diesem weitverbreiteten Mineral läßt sich in der Tat unschwer Feuer bereiten. Später hat der Schwefelkies, den Dioskorides und Plinius mit „Pyrites", d. h. „Feuerstein" bezeichneten, zusammen mit Stahl lange Zeit zur Feuergewinnung gedient.

III.

Während Arsenkies nur am Stahle Funken gibt, funkt Schwefelkies auch beim Aneinanderschlagen mit Flint sowie mit seinesgleichen. Die Reibungswärme leitet die Verbrennung der abspringenden Schwefelkiesteilchen ein und die Oxydation erzeugt Gelbglut. Obwohl die Verbrennungswärme dieses Minerals von der gleichen Größenordnung ist wie diejenige des Eisens (10^4 bis 10^5 g-cal pro Gramm-Molekül), hält das Leuchten seiner Funken z. T. viel länger an als dasjenige der Stahlpartikeln, so daß man sie oft fast bis zum Fußboden herniederschweben sieht; sie erreichen wohl größere Ausmaße als jene. Ihre gleichförmige Fallgeschwindigkeit v beträgt etwa 50 cm/sec. Der Partikeldurchmesser d läßt

[1] A. Imhof, l. c. p. 78.

sich aus dem Stokes'schen „Gesetz vom Fall im widerstehenden Mittel“ (1843) annähernd berechnen, indem man in der Gleichung

$$d = 6 \sqrt{\frac{\eta \cdot v}{2\varrho \cdot g}}$$

die Dichte des Schwefelkieses gleich $\varrho = 5$, den Reibungskoeffizienten der Luft[1] im absoluten Maße gleich $\eta = 1{,}7 \times 10^{-4}$ und ebenso die Erdbeschleunigung $g = 981$ setzt. Der Durchmesser ergibt sich dann zu etwa $\frac{1}{20}$ mm. Genauer gilt die Stokes'sche Widerstandsformel nur für kugelförmige Körper.

Bei jener Funkenbildung des Schwefelkieses entsteht naturgemäß wie beim Rösten dieses Erzes der Geruch nach schwefliger Säure.

IV.

Beim Zusammenschlagen und Reiben zweier Feuersteine macht sich oft ein brenzlicher oder „empyreumatischer“ Geruch bemerkbar, der an schwach angesengtes Horn erinnert. Man erhält ihn in geringerem Maße dadurch, daß man die Ränder der beiden Scherben aneinander schlägt als vielmehr dadurch, daß man ihre muscheligen Flächen halb stoßend halb wetzend aneinander hinfahren läßt und diese Bewegung möglichst schnell und oft wiederholt; hierbei entsteht verhältnismäßig viel mehlartiges Pulver, während im ersteren Falle hauptsächlich größere Fragmente abspringen. Der Geruch hält nach dem Aufhören jener Manipulation nur einige Sekunden an. Man darf ihn ebensowenig wie das Leuchten auf ein Verbrennen organischer Reste im Feuerstein zurückführen, denn reine Bergkristalle sowie pyrogener Quarz liefern den gleichen Geruch. Dieser kann auch mit der chemischen Zusammensetzung jener Mineralien nicht in Verbindung stehen, denn Adulare und Sanidine sowie Korund riechen unter den geschilderten Bedingungen ebenfalls nach erhitztem Horn.

Stellt man durch Zerkleinern größerer Flintknollen ganz frische Bruchflächen her, so läßt sich jener Geruch nicht erzielen; er tritt aber deutlich auf, wenn man vor dem Aneinanderschlagen die beiden Scherben — etwa wie ein Stück Seife beim Waschen — zwischen den Händen gerieben hat. Horn versengt bereits unterhalb 200°, während sich die Feuersteine, wie oben gezeigt wurde, stellenweise bis über 300° erhitzen. Also rührt der brenzliche Geruch den man dem Flint als solchem zuschrieb, von der Versengung anhaftender Hornhautschüppchen her. Daß gerade der Feuerstein besonders intensiv riecht, erklärt sich

[1] Das Cunningham'sche Zusatzglied durfte vernachlässigt werden, da der Partikeldurchmesser d mindestens hundertmal so groß als die freie Weglänge der Luftmolekeln bei Zimmertemperatur ist.

nicht nur aus seiner Härte, sondern zugleich aus seiner Aggregatnatur, da die Kriställchen von der gleichen Größenordnung (1—10 μ) wie die Epidermisschuppen sind und diese daher von der mikroskopisch rauhen Aggregatoberfläche in großer Zahl erfaßt werden; weichere Massen, wie z. B. dichter Alabaster, greifen natürlich schwerer an und erhitzen sich beim Aneinanderwetzen weniger, so daß Geruch wie Zündfähigkeit schwächer ausfallen.

Kiel, Mineralog. Institut d. Universität, 11. März 1919.

Die Veränderung der Interferenzfarben in Kristallen im parallelstrahligen polarisierten Licht beim Drehen der Nicols.

Von **Alfred Wenzel** in Brandenburg a. H.

Mit 8 Textfiguren.

Die Interferenzfarben in Kristallplatten und -keilen im polarisierten Licht zwischen gekreuzten und parallelen Nicols sind oft Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Quantitativ wurden sie unter Heranziehung der A. König'schen Grundempfindungen für die vier Haupttypen der Apophyllite[1], für Quarz und Natriumchlorat[2] und für Gips[3] berechnet. Es erscheint nun von Interesse, auch die Farbenfolgen festzustellen, die man in einer Kristallplatte im parallelstrahligen polarisierten Licht beobachten kann, wenn man den Analysator dreht. Dabei sind drei Fälle zu unterscheiden. Liegt ein anisotroper, optisch inaktiver Kristall ohne merkliche Absorption im sichtbaren Spektralbereich vor, so wird das Drehen des Analysators um 180^0 nur den Sättigungsgrad und die Helligkeit der sonst gleichbleibenden Interferenzfarbe bzw. ihrer Komplementärfarbe ändern. Sie durchläuft dagegen den ganzen Farbenkreis, wenn eine Platte eines optisch aktiven Kristalls ohne merkliche Absorption im sichtbaren Spektrum zur Beobachtung dient. Bei einer optisch inaktiven Platte mit Absorption wird die Interferenzfarbe wesentlich durch die Absorption modifiziert. Dieser Einfluß wird noch erheblich größer bei Anwendung einer optisch aktiven Platte mit Absorption. Ist die Absorption jedoch so stark, daß der Kristall selbst in sehr dünnen Schichten eine intensive Färbung zeigt, dann erscheint nur die mehr oder weniger veränderte Eigenfarbe des Kristalls mit wechselndem Helligkeits- und Sättigungsgrade.

[1] A. Wenzel, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 41. 565—627. 1917.

[2] Th. Liebisch und A. Wenzel, Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Berlin. 1917. 3—22, 777—807.

[3] A. Wenzel, Phys. Zeitschr. 18. 472—479. 1917.

1. Optisch inaktive Kristallplatte ohne Absorption.

Die Intensität J_λ des Lichtes von der Wellenlänge λ, das durch Polarisator P, eine Kristallplatte K und den Analysator A gegangen ist, ist gegeben durch

1) $$J_\lambda = J_{\lambda_0} \left\{ \cos^2(\alpha - \beta) - \sin 2\alpha \sin 2\beta \sin^2 \frac{\pi d (n_1 - n_2)}{\lambda} \right\};$$

d ist die Dicke und n_1 und n_2 sind die Brechungsindizes der Kristallplatte. Ferner ist α nach Fig. 1 der Winkel zwischen der Hauptschwingungsrichtung P des Polarisators und dem Hauptschnitt $\mathfrak{H}_1$ der Kristallplatte, β der Winkel zwischen der Hauptschwingungsrichtung A des Analysators und $\mathfrak{H}_1$. Da hier der Einfluß der Drehung des Analysators auf die Interferenzfarbe untersucht werden soll, ist es zweckmäßig, bezüglich P von der Diagonalstellung auszugehen, d. h. zu setzen $\alpha = 45^0$. Eine kurze Überlegung zeigt nämlich, daß für diesen Fall die Änderung der Farben mit den Nicolstellungen am stärksten sein muß. Wird noch $\beta - \alpha = \delta$ gesetzt, so wird aus 1)

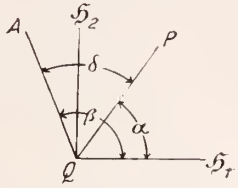


Fig. 1. $\mathfrak{H}_1$ und $\mathfrak{H}_2$ Hauptschnitte des Kristalls, P des Polarisators und A des Analysators.

2) $$J_\lambda = J_{\lambda_0} \{\cos^2\delta - \cos 2\delta \sin^2 \pi d (n_1 - n_2)/\lambda\}.$$

Ferner sei zur Vereinfachung angenommen, daß die Intensität J_{λ_0} des einfallenden Lichtes gleich der Einheit sei. Dann ist

3) $$J_\lambda = \cos^2\delta - \cos 2\delta \sin^2 \pi d (n_1 - n_2)/\lambda.$$

Hieraus ergeben sich die Anteile R_λ, G_λ und B_λ der A. König'schen Grundempfindungen R, G und B, die im normalen menschlichen Auge durch die Interferenzfarbe hervorgerufen werden:

4) $$R_\lambda = r_\lambda \cos^2\delta - \cos 2\delta\, r_\lambda \sin^2 \pi d (n_1 - n_2)/\lambda$$

und hieraus

5) $$R = \cos^2\delta \Sigma r_\lambda \Delta\lambda - \cos 2\delta \Sigma r_\lambda \sin^2 \frac{\pi d (n_1 - n_2)}{\lambda} \Delta\lambda.$$

Analoge Gleichungen gelten für G und B. Mit Hilfe der Konstanten $(n_1 - n_2)$ und d der Kristallplatte und den König'schen Grundempfindungen r_λ, g_λ und b_λ für die Spektralfarben können R, G und B berechnet werden. Da nun $\Sigma r_\lambda \Delta\lambda = 1$ ist — analog $\Sigma g_\lambda \Delta\lambda = 1$ und $\Sigma b_\lambda \Delta\lambda = 1$ —, so wird:

6) $$R = \cos^2\delta - \cos 2\delta \Sigma r_\lambda \sin^2 \frac{\pi d (n_1 - n_2)}{\lambda} \Delta\lambda.$$

Insbesondere seien die Werte für gekreuzte Nicols, d. h. für $\delta = 90^0$:

7) $$R_1 = \Sigma r_\lambda \sin^2 \frac{\pi d (n_1 - n_2)}{\lambda} \Delta\lambda$$

und analog G_1 und B_1. Dann wird aus 6)

8) $$R = \cos^2\delta - \cos 2\delta\, R_1 = R_1 + (1 - 2R_1)\cos^2\delta$$

und analog G und B.

Die Werte R_1, G_1 und B_1 sind demnach zuerst numerisch zu berechnen. Sie ergeben nach den früher erläuterten Methoden aus dem Quotienten $q = (B_1 - G_1) : (G_1 - R_1)$ einen Farbton $\mathfrak{F}$ (Spektralfarbe λ in $\mu\mu$, die der Interferenzfarbe gleicht) von der Sättigung $\mathfrak{S}_1$, die aus

9) $$\mathfrak{S}_1 = \frac{B_1 + G_1 + R_1 - 3\text{fache kleinste Grundempfindung}}{B_1 + G_1 + R_1}$$

und der Helligkeit $\mathfrak{H}_1$, die aus

10) $$\mathfrak{H}_1 = r R_1 + g G_1 + b B_1.$$

Aus 8) ergibt sich nun ebenfalls

11) $$\frac{B - G}{G - R} = q = \frac{B_1 - G_1}{G_1 - R_1},$$

d. h. das Drehen des Analysators A ist ohne Einfluß auf q und damit auch auf $\mathfrak{F}$. Da jedoch für $\delta = 0^0$ aus 8) entsteht

8a) $$R = 1 - R_1 \text{ etc.},$$

so ändert sich die Größenfolge von R_1, G_1 und B_1, folglich tritt für $\delta = 0^0$ der zu $\mathfrak{F}$ komplementäre Farbton auf. Für $\delta = 45^0$ ist $R = 0{,}5$, $G = 0{,}5$ und $B = 0{,}5$, d. h. das Licht ist farblos. Also tritt der Farbenumschlag ein, wenn A mit $\mathfrak{H}_2$ oder $\mathfrak{H}_1$ zusammenfällt. Bei einer vollen Umdrehung des Analysators erfolgt dieser Farbenumschlag viermal.

Eine stetige Farbenänderung findet demnach mit wechselndem δ nicht statt. Dagegen ändern sich mit δ die Werte von $\mathfrak{S}$ und $\mathfrak{H}$. Aus 9) ergibt sich:

12) $$\mathfrak{S} = \frac{\cos 2\delta\, \mathfrak{S}_1 (B_1 + G_1 + R_1)}{\cos 2\delta (B_1 + G_1 + R_1) - 3\cos^2\delta} = \frac{(B_1 + G_1 + R_1) \cdot \mathfrak{S}_1}{(B_1 + G_1 + R_1) - \frac{1}{2}\left(3 + \frac{3}{\cos 2\delta}\right)}.$$

Da $B_1 + G_1 + R_1$ und $\mathfrak{S}_1$, die Daten für gekreuzte Nicols, für eine gegebene Platte konstant sind, hängt also die Sättigung $\mathfrak{S}$ der Interferenzfarbenfolge, die beim Drehen des Analysators auftritt, allein ab von δ. Aus 10) ergibt sich:

13) $$\mathfrak{H} = rR + bB + gG = \cos^2\delta - \cos 2\delta\, \mathfrak{H}_1 = \mathfrak{H}_1 + (1 - 2\mathfrak{H}_1)\cos^2\delta,$$

wobei berücksichtigt ist, daß $r + b + g = 1$. Demnach ist auch die Helligkeit eine Funktion von δ, denn $\mathfrak{H}_1$ ist die Helligkeit der Interferenzfarbe, die bei gekreuzten Nicols in der gleichen Platte zu erwarten ist.

Um diese Verhältnisse näher zu erläutern, sei als Beispiel eine parallel zur optischen Achse geschnittene Quarzplatte gewählt, die zwischen gekreuzten Nicols das empfindlichste Rot I. Ordnung zeigt. Dies ist eine Platte von $d = 57\ \mu$ Dicke,

Tab. 1 (Fig. 2). Helligkeit und Sättigungsgrad der Interferenzfarbe einer parallel zur optischen Achse geschnittenen Quarzplatte ($d = 57\ \mu$) im parallelen polarisierten Licht.

δ	0°	5°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	85°	90°
$\mathfrak{H}$ in %	86	85,5	84	78	68	56	50	44	32	22	16	14.5	14
$\mathfrak{S}$ in %	7,2	7,1	7,0	6,2	4,6	2	0	1,7	10	22	39	46.7	48

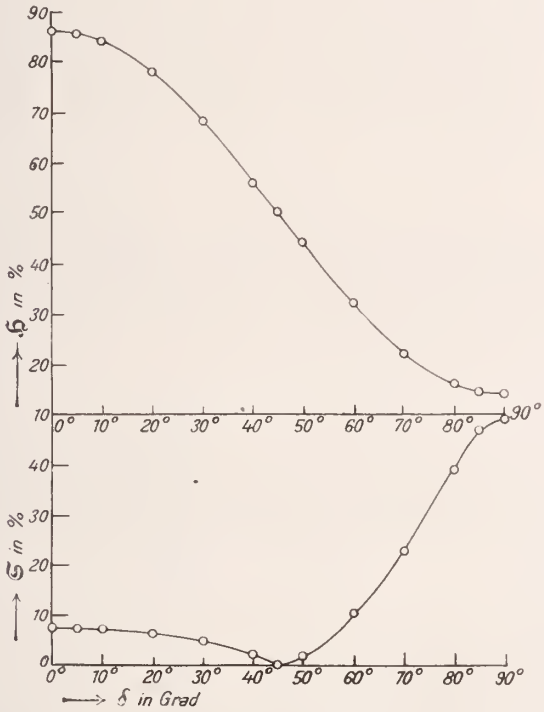


Fig. 2. Helligkeit $\mathfrak{H}$ und Sättigungsgrad $\mathfrak{S}$ der Interferenzfarben in einer 57 μ dicken, parallel zur optischen Achse geschnittenen Quarzplatte im parallelen polarisierten Licht für verschiedene Nicolstellungen δ. (Vgl. Tab. 1.)

die zwischen gekreuzten Nicols eine zu $\lambda = 513\ \mu\mu$ komplementäre Farbe vom Sättigungsgrad $\mathfrak{S}_1 = 48\ \%$ der größtmöglichen Sättigung, und der Helligkeit $\mathfrak{H}_1 = 14\ \%$ der Helligkeit des einfallenden Lichtes aufweist[1]. Die hierzu gehörenden Werte $R_1 = 0{,}180$, $G_1 = 0{,}090$

[1] Vgl. A. Wenzel, Phys. Zeitschr. 18. 474. 1917.

und $B_1 = 0{,}220$ ergeben sich aus früher berechneten Werten durch graphische Interpolation. Mit Hilfe dieser Werte wurden die Werte $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{T}$, die anderen Werten δ entsprechen, nach 12) und 13) berechnet. Sie sind in Tab. 1 zusammengestellt und in Fig. 2 als Funktion von λ dargestellt.

Aus Fig. 2 ergibt sich, daß die Quarzplatte bei parallelen Nicols ($\delta = 0^0$) ein helles blasses Grün ($\lambda = 513\ \mu\mu$) zeigt, das aber mit wachsendem δ dunkler wird. Bei $\delta = 45^0$ ist die Interferenzerscheinung farblos. Die Helligkeit dieses weißen Lichtes ist gleich der Hälfte der Helligkeit des einfallenden Lichtes.

Für $\delta = 45^0$ erscheint die zu dem vorher beobachteten Grün komplementäre Farbe, ein Purpur, das mit wachsendem δ dunkler wird und zugleich an Kraft gewinnt. Bei gekreuzten Nicols haben wir das oben genannte Rot I. Ordnung. Die Interferenzerscheinungen wiederholen sich mit von 90^0 bis 180^0 wachsendem δ in rückwärtiger Folge.

2. Optisch aktive Kristallplatte ohne Absorption.

Bekanntlich ist die Intensität J_λ des Lichtes von der Wellenlänge, das mit der Einfallsintensität $J = 1$ durch einen Polarisator, eine optisch aktive Kristallplatte senkrecht zur optischen Achse und einen Analysator gegangen ist

$$1) \qquad J_\lambda = \left(\sin \frac{\Delta}{2} \sin \delta - \cos \frac{\Delta}{2} \cos \delta\right)^2,$$

worin $\Delta = 2\,d\,\varrho_\lambda$ zu setzen ist. Ferner bedeutet δ den Winkel zwischen den Nicolhauptrichtungen, d die Dicke der senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Platte und ϱ_λ ihr Drehungsvermögen für Licht von der Wellenlänge λ. Aus 1) ergibt sich:

$$2) \qquad J_\lambda = \cos^2(d\,\varrho_\lambda - \delta).$$

Hieraus ist ersichtlich, daß die Intensität J_λ jeder Spektralfarbe in der Interferenzerscheinung mit dem Winkel δ der Nicolhauptrichtungen wechselt, wenn dieser Werte zwischen 0^0 und 360^0 annimmt, d. h. die Interferenzfarbe durchläuft den Farbenkreis für $\delta = 0^0$ bis 180^0, um sich dann zu wiederholen.

Die Anteile R_λ, G_λ und B_λ der Grundempfindungen R, G und B, die die Interferenzfarbe im Auge hervorrufen, ergeben sich aus 2) folgendermaßen:

$$3) \qquad R_\lambda = r_\lambda \cos^2(d\,\varrho_\lambda - \delta)$$

und analog G_λ und B_λ.

Durch Summation erhält man:

$$4) \qquad R = \Sigma\, r_\lambda \cos^2(d\,\varrho_\lambda - \delta)\,\Delta\lambda$$

und analog G und B.

$\Delta\lambda$ wird zu 10 $\mu\mu$ gewählt und so eine Genauigkeit von 1% in den Ergebnissen erzielt. Da mit δ sich jede der drei Grundempfindungen R, G und B ändert, wechselt mit δ nicht nur der Farbton $\mathfrak{F}$, sondern auch die Helligkeit $\mathfrak{H}$ und der Sättigungsgrad $\mathfrak{S}$ der Interferenzerscheinung. Insbesondere ist aus 4) zu ersehen, daß, wie bekannt, die Interferenzerscheinung für $\delta = 0^0$ und der für $\delta = 90^0$ komplementär ist.

Um diese Abhängigkeit der Interferenzfarbe von der Stellung des Analysators näher erläutern zu können, sei als Beispiel eine 3,75 mm dicke Quarzplatte, die senkrecht zur optischen Achse geschnitten ist, im parallelstrahligen Licht gewählt. Die zur Berechnung der Intensitäten R, G, B in den Interferenzerscheinungen nötigen Werte sind nach einer früheren Untersuchung[1] in Tab. 2. die Werte von r_λ, g_λ, b_λ sowie die zur Berechnung des Farbtones $\mathfrak{F}$ nötigen Quotienten $(b_\lambda - g_\lambda) : (g_\lambda - r_\lambda)$ sind nach der gleichen Quelle in Tab. 3 zusammengestellt und in Fig. 3 als Funktion von λ wiedergegeben.

Tab. 2. Spezifisches Drehungsvermögen ϱ_λ im Quarz.

λ in $\mu\mu$	ϱ_λ für 1 mm	λ in $\mu\mu$	ϱ_λ für 1 mm
400	52,70°	560	24,31°
410	47,53	570	23,40
420	45,05	580	22,52
430	42,75	590	21,69
440	40,71	600	20,88
450	38,90	610	20,10
460	37,10	620	19,33
470	35,37	630	18,65
480	33,70	640	18,02
490	32,18	650	17,42
500	30,83	660	16,87
510	29,44	670	16,39
520	28,38	680	15,90
530	27,25	690	15,47
540	26,23	700	15,01
550	25,25		

Mit Hilfe von 4) wurde die Berechnung der Größen B, G, R für $x = 0^0$, 10, $20^0 \ldots 80^0$ nach der früher beschriebenen Methode ausgeführt. Die Resultate sind in Tab. 4 und Fig. 4 wiedergegeben, wobei die Werte R, G, B für $\delta = 90^0$ bis 180^0 mit Rücksicht darauf

[1] Th. Liebisch und A. Wenzel, a. a. O. p. 5 u. 13

Tab. 3. Intensitäten r_λ, g_λ, b_λ der A. König'schen Grundempfindungen im normalen menschlichen Auge bei der Beobachtung des Sonnenlichtspektrums (vgl. Fig. 3).

λ in $\mu\mu$	100 r_λ	100 g_λ	100 b_λ	$\frac{b_\lambda - g_\lambda}{g_\lambda - r_\lambda}$	
400	0,28	—	2,76	— 8,86	
410	0,61	—	5,49	— 9,00	
420	0,92	0,02	8,75	— 9,70	
430	1,20	0,05	11,60	— 10,41	B > R > G
440	1,42	0,25	13,41	— 10,82	
450	1,42	0,25	13,68	— 11,50	
460	1,26	0,56	13,28	— 18,23	
470	1,00	1,11	11,71	+ 96,36	
480	0,83	1,55	8,05	+ 9,02	B > G > R
490	0,93	2,00	3,83	+ 1,71	
500	1,32	2,78	2,16	— 0,42	G > B > R
510	2,15	4,64	1,54	— 1,25	
520	3,38	7,59	1,12	— 1,54	
530	5,05	9,55	0,78	— 2,04	
540	6,94	10,99	0,52	— 2,58	G > R > B
550	7,90	11,52	0,32	— 3,10	
560	8,28	11,13	0,20	— 3,83	
570	8,39	9,73	0,13	— 7,16	
580	8,28	7,95	0,08	+ 23,85	
590	7,96	6,13	0,04	+ 3,33	
600	7,42	4,52	0,02	+ 1,55	
610	6,59	3,08	—	+ 0,88	
620	5,38	1,93	—	+ 0,56	
630	4,09	1,23		+ 0,43	
640	2,85	0,72	—	+ 0,34	R > G > B
650	1,84	0,41	—	+ 0,29	
660	1,16	0,23	—	+ 0,25	
670	0,62	0,11	—	+ 0,22	
680	0,29	0,05	—	+ 0,20	
690	0,17	0,03	—	—	
700	0,06	0,02	—	—	

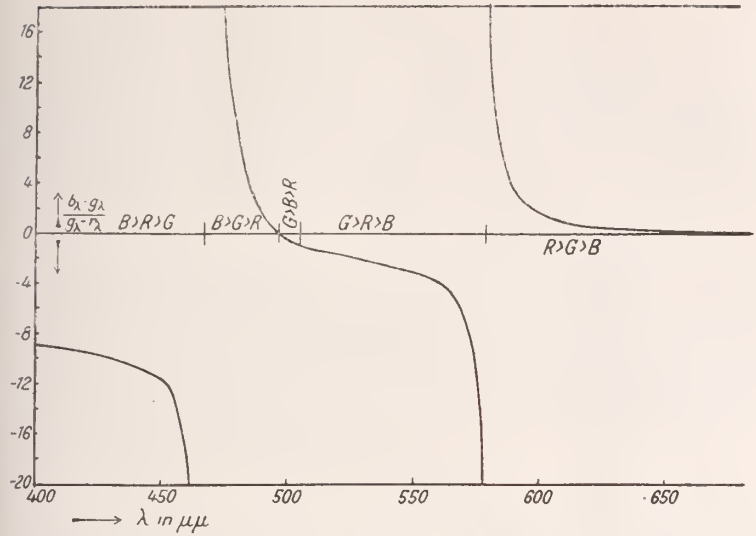


Fig. 3. Abhängigkeit des Quotienten $(b_\lambda - g_\lambda) : (g_\lambda - r_\lambda)$ von der Wellenlänge λ des weißen Sonnenlichtes. (Vgl. Tab. 3.)

Tab. 4 (Fig. 4). Interferenzfarben in einer senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Quarzplatte (d = 3,75 mm) im parallelen polarisierten Licht.

ϑ in Grad	1000 R	1000 G	1000 B	$\frac{B-G}{G-R}$	$\mathfrak{F}$ in $\mu\mu$	$\mathfrak{H}$ in %	$\mathfrak{S}$ in %
0	100	59	592	— 13,0	455	10	77
10	115	103	705	— 50,2	466	12	67
20	184	210	816	+ 23,3	474	20	54
30	285	343	878	+ 9,2	479	30	48
40	411	494	892	+ 4,8	484	43	31
50	511	648	872	+ 1,6	490	51	24
60	640	785	780	— 0,04	498	66	13
70	752	886	678	— 1,6	520	76	12
80	855	935	552	— 4,8	565	85	29
90	900	941	408	— 13,0	576	90	46
100	885	887	295	— 50,2	578	87	57
110	816	790	184	+ 23,3	580	80	70
120	715	657	122	+ 9,2	582	70	75
130	589	506	108	+ 4,8	587	57	73
140	489	352	138	+ 1,6	600	46	58
150	360	215	220	— 0,04	(498)	34	19
160	248	114	322	— 1,6	(520)	24	50
170	145	65	448	— 4,8	(565)	15	78
180 od. 0	100	59	592	— 13,0	455	10	77

gewonnen sind, daß die Interferenzfarben für Werte von δ, die sich um 90^0 unterscheiden, einander komplementär sind.

Die Interferenzfarbenfolge, die man beim Drehen des Analysators von der Parallelstellung der Nicols aus in dieser Quarzplatte beobachten kann, ist demnach folgende: Bei parallelen Nicols erscheint ein dunkelblauvioletter Farbton, der langsam in ein helleres, aber blasseres Grün übergeht. Bei $\delta = 70^0$ tritt ein sehr blasses

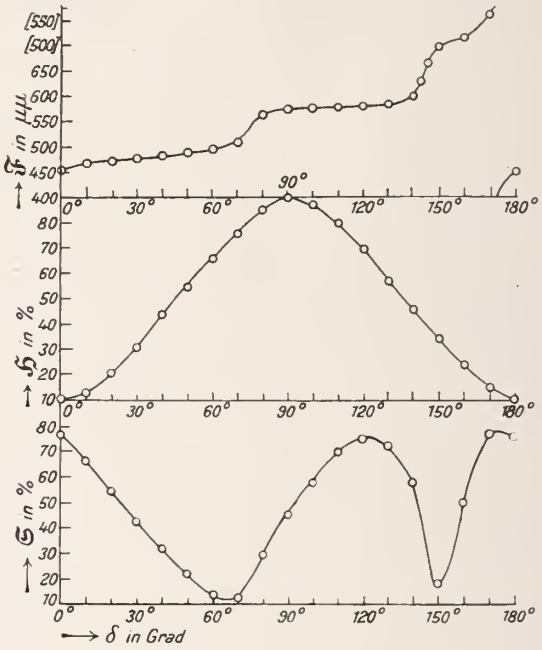


Fig. 4. Abhängigkeit der Interferenzfarben in einer 3,75 mm dicken, senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Quarzplatte im parallelen polarisierten Licht von der Nicolstellung δ.

helles Grün ($\lambda = 570\ \mu\mu$) auf, an das sich schon bei $\delta = 80^0$ ein helles Gelbgrün anschließt. Bei gekreuzten Nicols erscheint das zu dem empfindlichen Purpur konträre Gelb, das mit weiterer Drehung des Analysators dunkler wird und zugleich an Stärke zunimmt. Bei $\delta = 140^0$ bis 150^0 geht der Farbton in ein sehr blasses Graurot über, das schnell zu dunklem Purpur großen Sättigungsgrades wird und bei $\delta = 180^0$ in den Anfang der Farbenfolge zurückkehrt. Der gegen eine geringe Drehung des Analysators empfindlichste Farbton liegt für diese Plattendicke (d = 3,75 mm) bei $\delta = 170^0$. Eine geringe Drehung läßt die Farbe entweder in Rotpurpur oder in Violett umschlagen, wobei sich auch der Sättigungsgrad ändert.

3. Optisch inaktive absorbierende Kristalle.

Licht der Wellenlänge λ tritt mit der Intensität J_0 in den Polarisator ein, geht durch eine Platte eines optisch inaktiven absorbierenden Kristalls und verläßt den Analysator mit der Intensität J_λ', die dann bekanntlich gegeben ist durch die Beziehung:

$$1) \quad J_\lambda' = J_0 \{\cos^2\alpha\cos^2\beta \cdot e^{-d m_e} + \sin^2\alpha\sin^2\beta \cdot e^{-d m_o} + \tfrac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\beta \cos 2\pi\Gamma e^{-\frac{1}{2}d(m_o+m_e)}\}.$$

Hierin ist α der Winkel, den der Hauptschnitt des Polarisators mit dem Hauptschnitt $\mathfrak{H}_1$ der Kristallplatte von der Dicke d und β der Winkel zwischen dem Hauptschnitt des Analysators und $\mathfrak{H}_1$ (vgl. Fig. 1). Γ ist der Gangunterschied zwischen der ordentlichen und der außerordentlichen Welle beim Austritt aus der Platte. Wenn n_1 und n_2 die Brechungsindizes der ordentlichen und der außerordentlichen Welle sind, so ist

$$2) \quad \Gamma = \frac{d(n_1 - n_2)}{\lambda}.$$

Ferner ist

$$3) \quad m_{o,e} = \frac{4\pi}{\lambda}\chi_{o,e},$$

worin $\chi_{o,e}$ der Absorptionsindex der ordentlichen bzw. außerordentlichen Welle ist. In der weiteren Untersuchung sei hier der Fall gesetzt, die Platte befinde sich in Diagonalstellung zum Polarisator, d. h. $\alpha = 45^0$. Ist nun $\beta = \delta + 45^0$, wobei δ der Winkel zwischen den Hauptschnitten der Nicols ist, so geht 1) über in:

$$4) \quad J_\lambda = \frac{J_\lambda'}{J_0} = \tfrac{1}{4}\{e^{-d m_o} + e^{-d m_e} + \sin 2\delta(e^{-d m_o} - e^{-d m_e}) + 2\cos 2\delta\cos 2\pi\Gamma \cdot e^{-\frac{d}{2}(m_o+m_e)}\}.$$

Drei Fälle verdienen zunächst der Hervorhebung. Ist $\delta = 0^0$, d. h. wird bei parallelen Nicols beobachtet, so bleibt von 4) nur

$$4a) \quad J_\lambda = \tfrac{1}{4}\{e^{-d m_o} + e^{-d m_e} + 2\cos 2\pi\Gamma e^{-\frac{d}{2}(m_o+m_e)}\}.$$

Ist $\delta = 45^0$, d. h. liegt der Hauptschnitt des Analysators dem Hauptschnitt des Kristalls parallel, so ergibt sich:

$$4b) \quad J_\lambda = \tfrac{1}{2}e^{-d m_o}.$$

In diesem Falle kommt nur die Absorption der ordentlichen Welle zur Geltung. Die Intensität J_λ nimmt mit wachsender Plattendicke ab. Schließlich ist noch $\delta = 90^0$ zu bemerken, wofür man aus 4) erhält:

$$4c) \quad J_\lambda = \tfrac{1}{4}\{e^{-d m_o} + e^{-d m_e} + 2\cos 2\pi\Gamma e^{-\frac{d}{2}(m_o+m_e)}\}.$$

Aus 4) ergeben sich die zur Berechnung der beobachteten Interferenzfarben nötigen Werte R, G und B der A. König'schen Grundempfindungen in der früher angegebenen Weise aus:

$$5) \qquad R = \Sigma J_\lambda r_\lambda \Delta\lambda$$

und analog G und B.

Dabei werden die Werte r_λ, g_λ und b_λ aus Tab. 3 entnommen. $\Delta\lambda$ wird, wie oben, zu 10 $\mu\mu$ gewählt.

Als Beispiel zur Erläuterung des Wechsels der Interferenzfarben beim Drehen des Analysators sei hier eine parallel zur optischen Achse geschnittene Turmalinplatte gewählt. Die Dispersion der Hauptbrechungsindizes einiger Turmaline ist u. a. von P. Ites[1] bestimmt worden, der auch die Absorption für Licht verschiedener Wellenlängen gemessen hat. Ähnliche Resultate erhielt auch K. Hecht[2] an Turmalinen verschiedener Fundorte, die naturgemäß mit der Eigenfarbe der Kristalle wechseln.

Tab. 5 (vgl. Fig. 5 u. 6). Doppelbrechung und Absorptionsindizes des grünen Turmalins von Minas Geraes (nach P. Ites).

Fraunhofersche Linie	λ in $\mu\mu$	$\omega - \varepsilon$	$\chi_o \cdot 10^{-6}$	$\chi_e \cdot 10^{-6}$
G	431	0,0210	—	—
F	486	201	28,8	4,77
E	527	200	25,4	5,67
D	589	196	26,4	5,75
C	656	192	49,6	23,4
B	687	191	70,8	42,1

Den folgenden Untersuchungen sei als Beispiel eine von P. Ites verwendete Turmalinplatte von Minas Geraes von grüner Farbe zugrunde gelegt. Die Messungsergebnisse von P. Ites sind in Tab. 5 zusammengestellt. Die schwache Dispersion der optisch negativen Doppelbrechung $\omega - \varepsilon$ stellt Fig. 5 graphisch dar. Sie ließe unter der Voraussetzung, daß keine Absorption im sichtbaren Spektralbereich vorhanden wäre, eine übernormale Interferenzfarbenfolge im polarisierten Licht erwarten[3]. Wie stark aber die Absorption und der Dichroismus in diesem Turmalin ist, zeigt Fig. 6,

[1] P. Ites, Über die Abhängigkeit der Absorption des Lichtes von der Farbe in kristallisierten Körpern. Preisschr. 1902 u. Dissert. 1903. Göttingen.

[2] K. Hecht, Dissertation Heidelberg 1913.

[3] Die Abhängigkeit der Interferenzfarbenfolge von der Dispersion der Doppelbrechung und der Absorption in Kristallkeilen und -platten bildet den Gegenstand einer späteren Untersuchung.

die die von Ites bestimmten Absorptionsindizes des ordentlichen Strahles und des außerordentlichen in ihrer Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichtes zeigt. Violett und besonders Rot werden

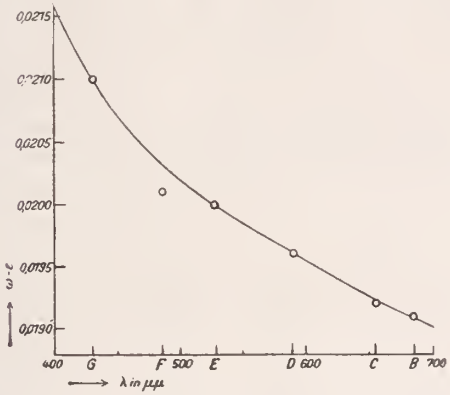


Fig. 5. Dispersion der Doppelbrechung in grünem Turmalin von Minas Geraes (nach P. Ites). (Vgl. Tab. 5.)

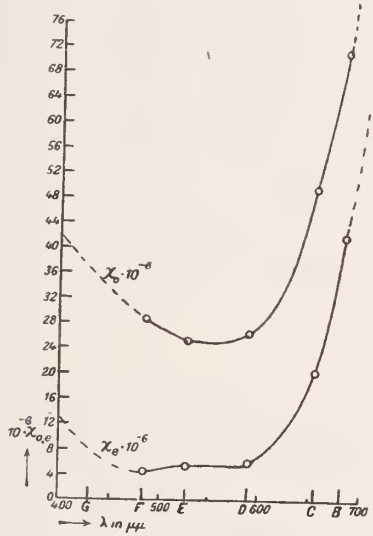


Fig. 6. Hauptabsorptionsindizes eines grünen Turmalins von Minas Geraes (nach P. Ites). (Vgl. Tab. 5)

erheblich stärker absorbiert als Grün und Gelb. Dies muß naturgemäß die Interferenzfarben stark beeinflussen. Rote und violette Farbtöne können gänzlich unterdrückt werden, was besonders in höheren Ordnungen eintreten wird.

Um den Einfluß der Nicolstellungen auf die Interferenzfarben einer grünen Turmalinplatte der genannten Art im parallelstrahligen Licht näher zu untersuchen, wurde eine parallel zur optischen Achse geschnittene Platte von d = 0,01 mm Dicke gewählt, da bei einer so dünnen Platte, wie sie in petro-

Tab. 6. Turmalinplatte parallel zur optischen Achse geschnitten von der Dicke d = 0,01 mm (vgl. Fig. 7).

J_λ für δ =	Licht der Spektrallinie				
	F	E	D	C	B
0°	0,0617	0,1142	0,2089	0,2495	0,2518
15	0,0716	0,1263	0,2109	0,2372	0,2174
30	0,1683	0,2138	0,2665	0,2524	0,2222
45	0,3261	0,3534	0,3621	0,2901	0,2381
60	0,5026	0,5075	0,4717	0,3414	0,2677
75	0,6506	0,6351	0,5652	0,3913	0,3006
90	0,8303	0,7018	0,6192	0,4274	0,3279
105	0,7205	0,6898	0,6172	0,4396	0,3424
120	0,6238	0,6022	0,5617	0,4244	0,3401
135	0,4660	0,4627	0,4661	0,3868	0,3216
150	0,2970	0,3085	0,3565	0,3330	0,2920
165	0,1415	0,1809	0,2654	0,2856	0,2592
180	0,0617	0,1142	0,2089	0,2495	0,2518

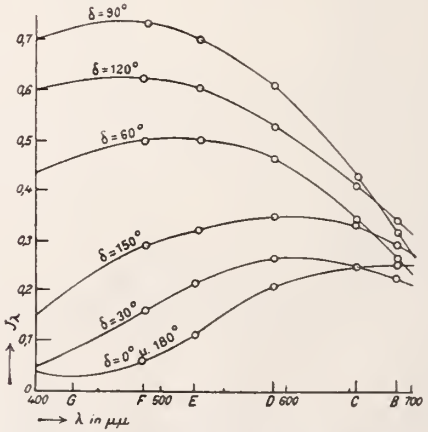


Fig. 7. Intensität des Lichts J_λ in der Interferenzerscheinung in einem 0,01 mm dicken, parallel zur optischen Achse geschnittenen grünen Turmalin von Minas Geraes für verschiedene Nicolstellungen δ im parallelen polarisierten Licht. (Vgl. Tab. 6.)

graphischen Dünnschliffen vorliegen kann, die Absorption noch nicht so übermäßig die Farben beeinflußt. Für diese Platte wurden zunächst die Intensitätsverhältnisse J_λ nach 4) für Nicolstellungen $\delta = 0^0, 15^0, 30^0 \ldots 180^0$ berechnet. Die in Tab. 6 für Lichtarten von der Wellenlänge einiger Fraunhoferscher Linien niedergelegten Ergebnisse sind in Auswahl, von 30^0 zu 30^0, in Fig. 7 dargestellt. Für $\delta = 0^0$ und 180^0 ist das rote Licht am stärksten, doch ist das Maximum dieser Kurven geringer als das der anderen Kurven. Am höchsten sind die Maxima im blaugrünen Teil des Spektrums für $\delta = 90^0$ und 120^0. Bei diesen Nicolstellungen werden die roten Strahlen sowohl durch Absorption wie auch durch Interferenz vernichtet. Daß die Maxima der J_λ-Kurven, die zwischen $\delta = 0^0$ und 90^0 sich vom roten Ende zum blauen Ende des Spektrums verschieben, diesen Lauf nicht über Violett nach Rot fortsetzen, sondern mit steigendem $\delta = 90^0$ bis 180^0 wieder von Blaugrün über Grün und Gelb nach Rot wandern, läßt erkennen, daß auch die beim Drehen des Analysators von 0^0 bis 180^0 zu erwartende Interferenzfarbenfolge von Orange über Gelb, Grün nach Blaugrün zurückverlaufen wird. Bei vollkommen durchsichtigen optisch aktiven Kristallen in Platten senkrecht zur optischen Achse durchläuft bei der gleichen Analysatordrehung die Interferenzfarbenfolge den ganzen Farbenkreis, während bei den optisch inaktiven vollkommen durchsichtigen anisotropen Kristallen zweimal der Farbton und sonst nur die Helligkeit und der Sättigungsgrad wechseln.

Um die in der grünen Turmalinplatte von $d = 0{,}01$ mm Dicke mit wechselnder Analysatorstellung auftretenden Interferenzfarbenfolge genauer bestimmen zu können, wurden nach 5) die Intensitäten der A. König'schen Grundempfindungen R, G, B nach dem früher angegebenen Verfahren für $\delta = 0^0, 15^0 \ldots 180^0$ berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnung gibt Tab. 7 wieder, nach der Fig. 8 dargestellt ist.

Wie schon die qualitative Auswertung der J_λ-Kurven vermuten ließ, beginnt die Farbenfolge mit einem matten Bräunlichgrau für $\delta = 0^0$ und geht dann schnell über blassem Graugrün zu hellerem Grün über. Dieses Grün von ca. $\lambda = 530\ \mu\mu$ zeigt auch den größten Sättigungsgrad, der mit dem Übergang der Farbe zu Bläulichgrün zwar an Helligkeit zunimmt, aber an Sättigung verliert. Für $\delta = 105^0$ ergibt sich der hellste Farbton dieser Reihe, ein sehr blasses Bläulichgrün. Mit abnehmender Helligkeit werden die grünen Farben wieder etwas satter, jedoch erst bei $\delta = 165^0$ erscheint als kräftigste, aber immer noch matte Farbe ein dunkles Gelbgrün.

Auch die Untersuchung zeigt, was schon oben erwähnt ist, daß die Farbenfolge nicht bei einer Umdrehung des Analysators um 180^0 den ganzen Farbenkreis durchläuft, wie bei dem Beispiel im Abschnitt 2 gezeigt ist, auch nicht wie in Abschnitt 1 eine

Farbe bzw. ihre Gegenfarbe in wechselnder Helligkeit und Sättigung erscheint. Zwar wechselt hier auch die Farbe, jedoch ist in dieser Reihe nur ein Ausschnitt des Farbenkreises enthalten, und es liegt die Vermutung nahe, daß mit steigender Plattendicke die Ausdehnung der Farbenfolge mehr und mehr abnimmt, bis schließlich nur noch ein grüner Grundton übrigbleibt, bei dem nur die Helligkeit und der Sättigungsgrad mit ϑ wechselt.

Tab. 7 (vgl. Fig. 8). Interferenzfarben in einer parallel zur optischen Achse geschnittenen 0,01 mm dicken Turmalinplatte im parallelen polarisierten Licht.

ϑ	$\mathfrak{F}$ in $\mu\mu$	$\mathfrak{H}$ in %	$\mathfrak{S}$ in %
0°	595	20	9
15	575	19	10
30	560	23	12
45	530	29	17
60	515	39	14
75	505	50	9
90	500	59	6
105	507	60	5
120	518	49	7
135	538	38	10
150	562	28	14
165	578	22	17
180	595	20	9

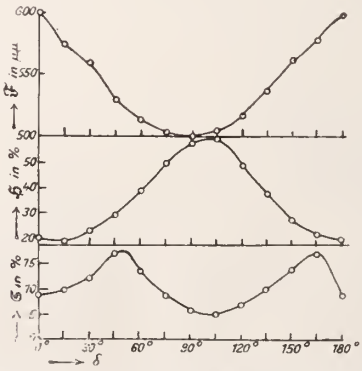


Fig. 8. Abhängigkeit der Interferenzfarbe in einer grünen Turmalinplatte (d = 0,01 mm Dicke parallel zur optischen Achse geschnitten) von Minas Geraes im parallelen polarisierten Licht von der Nicolstellung ϑ. (Vgl. Tab. 7.)

4. Optisch aktive absorbierende Kristalle.

Für optisch aktive absorbierende Kristalle ergibt sich die gleiche Formel wie 4) im vorigen Abschnitt. Nur ist hier an Stelle von Γ (Formel 2 im Abschnitt 3) zu setzen:

$$\Gamma = \frac{d \cdot \varrho_\lambda}{\lambda}.$$

worin ϱ_λ das spezifische Drehungsvermögen des Kristalls ist, das sich bekanntlich durch

$$\varrho_\lambda = \frac{\pi d \cdot (\omega_\lambda' - \omega_\lambda'')}{\lambda}$$

ersetzen läßt, womit 4) wieder die gleiche Form angenommen hat. Dieser Fall bietet also prinzipiell nichts Neues.

Brandenburg (Havel), im August 1918.

Die astigmatischen Bildfehler der Polarisationsprismen.

Von **M. Berek** in Wetzlar.

(Schluß.)

Die astigmatischen Bildfehler im Polarisationsmikroskop bei subjektiver Beobachtung und bei der Projektion.

Die orthoskopischen und konoskopischen Interferenzerscheinungen im Polarisationsmikroskop stehen zueinander im Verhältnis der geometrischen Reziprozität. Geht man durch Einschalten der Amici-Bertrand'schen Linse von der orthoskopischen Betrachtungsweise zur konoskopischen über, so vertauschen sämtliche vor der Bertrand-schen Hilfslinse im Strahlengang befindlichen Hauptblenden ihren Charakter; Gesichtsfeldblenden werden zu Aperturblenden und umgekehrt. Sämtliche hinter der Bertrand'schen Hilfslinse befindlichen Hauptblenden hingegen wahren ihren ursprünglichen Charakter. Wir haben hiernach bei der Theorie der astigmatischen Bildfehler zu unterscheiden, wo das Analysatorprisma im Strahlengang angeordnet ist.

a) Die astigmatischen Bildfehler des Tubusanalysators.

Die primären astigmatischen Bildfehler entstehen hier im Tubus und werden bei orthoskopischer Betrachtung durch das Okular, bei konoskopischer durch Bertrand'sche Linse + Okular abgebildet. Da die vor der Bertrand'schen Linse stehenden Blenden beim Übergang von der orthoskopischen zur konoskopischen Betrachtungsweise ihre Bedeutung als Gesichtsfeld- und Aperturblende vertauschen, müssen wir beim Tubusanalysator die primären Bildfelder in beiden

reziproken Hauptblendenebenen des Tubus berücksichtigen. Sie sind durch die Beziehung (2) gegeben:

$$\left.\begin{aligned} U &= 2\mathfrak{d}\,\mathrm{tg}\,u \\ B &= -\frac{\mathfrak{d}}{\Delta} \end{aligned}\right\} \text{in der vorderen Brennebene des Okulars} \qquad \left.\begin{aligned} \mathfrak{U} &= 2\mathfrak{d}\,\mathrm{tg}\,u \\ \mathfrak{B} &= +\frac{\mathfrak{d}}{\Delta} \end{aligned}\right\} \text{in der hinteren Brennebene des Objektivs} \tag{8}$$

Ist v_2 die Lateralvergrößerung des Okulars, $\mathfrak{V}$ die des Konoskops, so werden die astigmatischen Bildfehler im Bildraum nach (3):

$$\left.\begin{aligned} U' &= v_2 U \\ B' &= B \end{aligned}\right\} \text{im Orthoskop} \qquad \left.\begin{aligned} \mathfrak{U}' &= \mathfrak{V}\mathfrak{U} \\ \mathfrak{B}' &= \mathfrak{V} \end{aligned}\right\} \text{im Konoskop} \tag{9}$$

Wir setzen nun voraus, daß im Falle der subjektiven Beobachtung die Augenpupille des Beobachters groß genug ist, um alle die Austrittspupille des Mikroskops passierenden Strahlen aufzunehmen. Bei großer Intensität der Lichtquelle möge also durch Einschaltung hinreichend starker Filter in den Strahlengang dafür gesorgt sein, daß die Pupille des Beobachters sich selbsttätig höchstens bis zu dem Betrage schließt, bei der sie noch alle die Austrittspupille durchsetzenden Strahlen aufnehmen kann. Unter diesen Voraussetzungen spielt die Austrittspupille des Mikroskops wirklich die Rolle der wirksamen Aperturblende im Bildraum des Mikroskops. Dann ist

$$\mathrm{tg}\,u = \frac{R}{f_2} \text{ im Orthoskop} \qquad \mathrm{tg}\,u = \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{F}} \text{ im Konoskop} \tag{10}$$

Den Radius der Austrittspupille kann man durch Konstanten des Mikroskops ausdrücken. Wir machen dabei von der Tatsache Gebrauch, daß sich Objekt und Austrittspupille mit großer Annäherung in der vorderen, bzw. hinteren Brennebene des Mikroskops befinden. Der Allgemeinheit wegen nehmen wir noch an, daß sich zwischen Objektiv und Objekt eine homogene Immersion vom Index n befindet (für Trockensysteme wird $n = 1$). Dann lautet die Sinusbedingung:

$$\frac{R}{F} = n \sin\alpha = A. \tag{11}$$

Man erhält somit:

$$R = FA \text{ im Orthoskop} \qquad \mathfrak{R} = \mathfrak{F}\mathfrak{A} \text{ im Konoskop.} \tag{12}$$

Nun gilt für die Gesamtbrennweite die bekannte Beziehung

$$F = \frac{f_1 f_2}{\Delta} \qquad \mathfrak{F} = \frac{f_1' f_2}{\Delta'} \tag{13}$$

und für die Gesamtvergrößerungen

$$V = v_1 v_2 \qquad \mathfrak{V} = v_1' v_2 \tag{14}$$

worin die Eigenvergrößerungen nach (6) sind:

$$v_1 = \frac{\Delta}{f_1} \qquad v_2 = \frac{S}{f_2} \qquad v_1' = \frac{\Delta'}{f_1'} \tag{15}$$

Setzt man alle diese Werte nacheinander in (9) ein, so erhält man schließlich für die astigmatischen Bildfehler

$$\left.\begin{aligned} U' &= 2\mathfrak{d}\,\frac{v_2}{v_1}\,A \\ B' &= -\frac{\mathfrak{d}}{\mathcal{A}} \end{aligned}\right\} \text{im Orthoskop} \qquad \left.\begin{aligned} \mathfrak{U}' &= 2\mathfrak{d}\,v_1' v_2 \mathfrak{A} \\ \mathfrak{B}' &= +\frac{\mathfrak{d}}{\mathcal{A}} \end{aligned}\right\} \text{im Konoskop} \quad (16)$$

Die durch den Tubusanalysator hervorgerufene astigmatische Unschärfe wächst im Orthoskop und Konoskop proportional der Prismenlänge und proportional der Okularvergrößerung.

Den Einfluß des Objektivs auf die Größe der astigmatischen Unschärfe müssen wir im Orthoskop und Konoskop getrennt behandeln. Im Orthoskop würde bei konstant gehaltener Apertur die Unschärfe mit zunehmender Objektivvergrößerung abnehmen. Mit zunehmender Objektivvergrößerung wächst aber andererseits auch die nutzbare Apertur der Objektive. Um die Verhältnisse besser zu übersehen, habe ich in der folgenden Tabelle für die Objektive von E. Leitz, Wetzlar, die Werte

$$\frac{A}{v_1}$$

berechnet. Die Kataloge anderer Firmen enthalten leider keine Angaben über die wirksamen optischen Tubuslängen, die zur Berechnung der wirksamen Eigenvergrößerung der Objektive gebraucht werden.

Die Zahlen der beiden letzten Spalten sind noch mit der angewandten Okularvergrößerung zu multiplizieren.

Die Tabelle bestätigt, was wir schon durch unseren Versuch festgestellt haben: Die Bildfehler wachsen keinesfalls mit der Stärke der Objektivsysteme. Es ergeben im Gegenteil die schwächeren Systeme eine bei weitem größere astigmatische Störung als die stärkeren.

Auch die Beträge der astigmatischen Störung können nicht gering genannt werden. Beachten wir, daß mit Objektiv No. 2 und einem mittleren Okular von achtfacher Eigenvergrößerung, also bei einer Gesamtvergrößerung von nur

$$V = 8 \cdot 5{,}8 = 46{,}4$$

der Durchmesser der astigmatischen Zerstreuungslinie bereits

1,528 mm bzw. 20,8′

beträgt. Die Wahrnehmbarkeitsgrenze des menschlichen Auges ist also schon um das Zehn- bis Zwanzigfache überschritten. Eine solche mangelhafte Strahlenvereinigung übersteigt weit das Maß der Fehlerreste im Korrektionszustand selbst der gewöhnlichen achromatischen Optik. Die astigmatische Störung des Tubusanalysators tritt besonders in der Mikrophotographie recht deutlich hervor. Auch bei der subjektiven Beobachtung sind die nachteiligen Wirkungen des Tubusanalysators, schon bevor S. Becher

Tab. 1. Astigmatische Unschärfe im Orthoskop für die Okularvergrößerung Eins und die Prismenlänge: 20 mm.

	Objektiv No.	Eigenvergrößerung v_1	Apertur A	A v_1	Astigmatische Bildunschärfe in mm	Astigmatische Bildunschärfe in Bogenminuten[1]
Achromate	1*	2,7	0,08	0,030	0,159	2,2
	1	3,2	0,11	0,034	0,182	2,5
	2	5,8	0,21	0,036	0,191	2,6
	3	10,3	0,30	0,029	0,154	2,2
	4	18,2	0,47	0,026	0,136	1,9
	5	33,3	0,64	0,019	0,101	1,4
	6	48,0	0,82	0,017	0,090	1,2
	7	62,5	0,85	0,014	0,072	1,0
	Wasserimmersion	90,6	1,20	0,013	0,070	1,6
	Ölimmersion $\frac{1}{12}$	105	1,30	0,012	0,065	0,9
Fluoritsysteme	3a	14,1	0,40	0,028	0,150	2,1
	6a	44,0	0,82	0,019	0,099	1,3
	7a	58,1	0,85	0,015	0,077	1,1
	7b	66,0	0,95	0,014	0,076	1,1
	8	69,1	0,87	0,013	0,066	0,9
	9	85,2	0,87	0,010	0,054	0,7
	$\frac{1}{12}$a	98	1,32	0,013	0,071	1,0
	$\frac{1}{16}$	114	1,32	0,012	0,061	0,8
Apochromate	16 mm	11,5	0,30	0,026	0,138	1,9
	8	23,0	0,65	0,028	0,149	2,1
	4	46,0	0,95	0,021	0,109	1,5
	3	66,0	0,95	0,014	0,076	1,1
	2	92,0	1,32	0,014	0,076	1,1
			1,40	0,015	0,080	1,1

seine grundlegende Arbeit veröffentlicht hat, aufmerksamen Beobachtern nicht entgangen. Sie haben sich aber teils mit ihnen als etwas Unvermeidlichem abgefunden, teils sind sie zu der alten Beobachtungsweise mit Aufsatzanalysator zurückgekehrt, unter der Begründung, „daß für sie das Bild dadurch an Schärfe gewinne“.

Hinsichtlich der astigmatischen Unschärfe im Konoskop ergibt die Beziehung (16) folgenden weiteren Satz:

[1] für normale Sehweite S = 250 mm.

Im Konoskop wächst die astigmatische Unschärfe auch mit der Eigenvergrößerung der Bertrand'schen Hilfslinse.

Die konoskopische Apertur wird durch die Größe der wirksamen Blende im kristallinen Objekt bedingt. Ist der Radius des wirksamen orthoskopischen Gesichtsfeldes im Objekt ϱ, so gilt

$$\operatorname{tg} u = \frac{\varrho}{f_1} = \mathfrak{A} \qquad 17)$$

In der folgenden Tabelle ist dieser Wert für einige Objektive, die zumeist bei konoskopischer Betrachtung benutzt werden, mitgeteilt. Zugrunde gelegt ist diesen Berechnungen das volle orthoskopische Gesichtsfeld der neuen Polarisationsmikroskope mit großem Sehfeld von E. Leitz, Wetzlar.

Tab. 2. Astigmatische Unschärfe im Konoskop für die Konoskopvergrößerung Eins und deutliche Sehweite (S = 250 mm). Prismenlänge: 20 mm.

Objektiv No.	Brennweite f_1	Gesichtsfeldradius ϱ	$\mathfrak{A}$	Astigmatische Unschärfe in	
				mm	Bogenminuten
4	10,0	0,69	0,069	0,36	5,0
5	5,4	0,40	0,074	0,39	5,4
6	4,0	0.28	0,070	0,37	5,1
7	3,2	0.22	0,069	0,36	5,0
8	2,6	0,19	0,073	0.39	5,4
9	2,2	0.14	0.064	0,34	4,7

Die Bildfehler der Tabelle 2 sind ebenfalls noch mit der Gesamtvergrößerung des Konoskops

$$\mathfrak{V} = v_1' \, v_2$$

zu multiplizieren. Daher sollte auch hier der Durchmesser des Zerstreuungskreises bei weitem die Wahrnehmbarkeitsgrenze des Auges übersteigen. Es ist allerdings zu beachten, daß zumeist infolge der Abblendung durch die Fassung der Bertrand'schen Linse der im Konoskop wirksame Radius ϱ der orthoskopischen Gesichtsfeldblende bedeutend kleiner ist als der Radius des vollen orthoskopischen Sehfeldes. Diese Abblendung ist sogar erwünscht bei der Betrachtung konoskopischer Interferenzbilder optisch nicht einheitlicher Massen sowie von kristallinen Partikelchen, die nicht das ganze orthoskopische Gesichtsfeld erfüllen, und wird durch geeignete Iris-

blenden absichtlich verstärkt. Aus diesem Grunde und auch in Anbetracht der besonderen Struktur des konoskopischen Interferenzbildes wirkt im allgemeinen die astigmatische Unschärfe im Konoskop nicht so störend wie im Orthoskop. Indes ist sie an geeigneten Objekten, z. B. den scharf begrenzten Hyperbeln von Glimmer in der Nähe der Achsenaustrittspunkte, bei stärkerer Okularvergrößerung deutlich wahrnehmbar.

Die Okularvergrößerung ist proportional der Bildweite S. Daher wächst die astigmatische Unschärfe im Orthoskop und Konoskop mit dem Abstand des Projektionsschirmes. Bei subjektiver Beobachtung kommt hingegen für die Wahrnehmbarkeit der astigmatischen Unschärfe ihr Bogenmaß in Frage. Dieses ist aber wieder umgekehrt proportional der Akkommodationsweite. Es wird daher von Kurz- und Weitsichtigen bei subjektiver Beobachtung die astigmatische Unschärfe des Tubusanalysators gleich stark empfunden. Ganz streng gilt das nicht, da durch die Verschiebung der Augenlinse des Okulars zur Scharfeinstellung des Fadenkreuzes die Brennweite des Okulars geändert wird.

Fassen wir noch einmal die Ergebnisse für die astigmatische Unschärfe im Orthoskop und Konoskop im großen zusammen, so finden wir wieder die ganz allgemein gültige Dualität der zwei reziproken Hauptblenden im Strahlengang ausgesprochen:

Für die astigmatische Unschärfe im Orthoskop ist die Größe der orthoskopischen Aperturblende maßgebend, für die astigmatische Unschärfe im Konoskop die Größe der wirksamen orthoskopischen Gesichtsfeldblende.

Aus (16) ergeben sich folgende weiteren Beziehungen:

Die astigmatischen Bildverzerrungen des Tubusanalysators sind im Orthoskop und Konoskop numerisch gleich groß, aber von entgegengesetztem Vorzeichen. Sie sind ferner für alle Bildweiten gleich groß, proportional der Prismenlänge und umgekehrt proportional der wirksamen optischen Tubuslänge des Orthoskops. Da die wirksame optische Tubuslänge im allgemeinen mit abnehmender Objektivbrennweite zunimmt, so wird durchschnittlich die Verzerrung mit wachsender Objektivstärke kleiner. Das zeigt für einige Objektive die folgende Tabelle. Die letzte Spalte läßt erkennen, daß die astigmatische Bildverzerrung nennenswerte Beträge nicht erreicht. Ihr kommt also bei weitem nicht dieselbe Bedeutung zu wie der astigmatischen Unschärfe in der Abbildung.

Bei der Betrachtung des primären konoskopischen Interferenzbildes nach dem Lasaulx'schen Verfahren sind die zusammengehörigen reziproken Ebenen die hintere Brennebene des Objektivs

Tab. 3. Astigmatische Bildverzerrung im Orthoskop und Konoskop.
Prismenlänge: 20 mm.

Objektiv No.	Wirksame optische Tubuslänge Δ	Bildverzerrung in %
1	128	2,06
2	139	1,90
3	167	1,58
4	182	1,45
5	180	1,47
6	192	1,37
7	200	1,32
8	180	1,47
9	187	1,41

und die Ebene der Augenpupille des Beobachters. Demnach werden die astigmatischen Bildfehler

$$\mathfrak{U} = \begin{cases} \frac{2\mathfrak{d}r}{S} & \text{wenn die Augenpupille } r \\ \frac{2\mathfrak{d}\varrho}{f_1} & \text{wenn die orthoskopische Gesichtsfeldblende } \varrho \end{cases} \Bigg| \begin{array}{c} \text{als} \\ \text{Apertur-} \\ \text{blende} \\ \text{wirkt} \end{array} \qquad \mathfrak{B} = + \frac{\mathfrak{d}}{S} \qquad (18)$$

Bei der Betrachtung des sekundären konoskopischen Interferenzbildes nach dem Klein'schen Verfahren sind die zusammengehörigen reziproken Ebenen die Austrittspupille des Orthoskops bezw. ihr durch die Klein'sche Lupe entworfenes Bild und die Augenpupille des Beobachters, die sehr nahezu der Kristallebene konjugiert ist. Die primären astigmatischen Bildfehler in der hinteren Brennebene des Objektivs sind

$$\mathfrak{U} = \frac{2\mathfrak{d}\varrho}{f_1} \qquad \mathfrak{B} = + \frac{\mathfrak{d}}{\Delta}$$

Nach Abbildung durch das Okular erhalten wir in der Austrittspupille des Mikroskops

$$\mathfrak{U}' = 2\mathfrak{d}\,\frac{\varrho}{f_1}\cdot\frac{f_2}{\Delta} \qquad \mathfrak{B}' = + \frac{\mathfrak{d}}{\Delta}$$

und nach Abbildung durch die Klein'sche Lupe von der Eigenvergrößerung $\bar{v}$:

$$\mathfrak{U}'' = 2\mathfrak{d}\,\frac{\varrho}{f_1}\cdot\frac{f_2}{\Delta}\,\bar{v} \qquad \mathfrak{B}'' = + \frac{\mathfrak{d}}{\Delta} \qquad (19)$$

b) Die astigmatischen Bildfehler eines Tubusanalysators mit Korrektionslinse zur Beseitigung der Einstellungsdifferenz.

Um die Einstellungsdifferenz beim Ein- und Ausschalten des Tubusanalysators zu begleichen, wird dieser gewöhnlich mit einer Linse von positiver Brennweite fest verbunden. Diese Korrektions-

linse hebt indes die astigmatischen Bildfehler nicht auf, sondern ändert sie nur, gemäß ihrer Eigenvergrößerung nach den Formeln (3). Nun schwankt die Brennweite dieser Korrektionslinse je nach der Bauart des Stativs zwischen $1\frac{1}{2}$ und 2 m. Gegenüber dieser Länge kommt die kurze Entfernung der Linse vom oberen Tubusende, die nur wenige Zentimeter beträgt, nicht in Betracht, so daß die Eigenvergrößerung der Korrektionslinse sich nur wenig von Eins unterscheidet. In der Regel liegt sie zwischen 0,92 und 0,94. Durch die positive Korrektionslinse wird die astigmatische Unschärfe der Abbildung im Orthoskop und Konoskop nur um 6—8% gemindert. Von einer Aufhebung der Bildfehler, selbst einer nur angenäherten, kann also gar nicht die Rede sein.

Bei den Polarisationsmikroskopen der Firma E. Leitz konnte nach Einführung anastigmatischer Tubusanalysatoren von dieser Korrektionslinse ganz abgesehen werden, da mit der Beseitigung der astigmatischen Bildfehler zugleich die Einstellungsdifferenz beim Ein- und Ausschalten behoben ist.

c) Die astigmatischen Bildfehler des Aufsatzanalysators.

Wir setzen voraus, daß der Querschnitt des Analysatorprismas groß genug ist, um die aus dem Okular austretenden Strahlenbündel nicht abzuschneiden. Da hier die primären astigmatischen Hauptebenen, die im Bildraum des Mikroskops gelegen sind, beim Übergang von der orthoskopischen zur konoskopischen Betrachtungsweise nach Einschaltung der Bertrand'schen Hilfslinse ihre Bedeutung als Apertur- bezw. Gesichtsfeldebenen beibehalten, so brauchen wir nur die Bildfehler in einer astigmatischen Hauptblendenebene zu betrachten, nämlich in der schließlichen Gesichtsfeldblende. Die Theorie der astigmatischen Bildfehler des Aufsatzanalysators ist daher besonders einfach.

Nach (2) sind die astigmatischen Bildfehler gegeben durch

$$U = \begin{cases} 2\mathfrak{d}\,\frac{R}{S} & \text{im Orthoskop} \\ 2\mathfrak{d}\,\frac{\Re}{S} & \text{im Konoskop} \end{cases} \qquad B = -\frac{\mathfrak{d}}{S} \,. \tag{20}$$

Für ein auf unendlich akkommodiertes Auge, bezw. für einen sehr großen Abstand des Projektionsschirmes verschwinden sämtliche Bildfehler sowohl im Orthoskop wie im Konoskop. Sie sind für Kurzsichtige und kleine Schirmabstände bei der Projektion und Mikrophotographie größer als für Weitsichtige und große Schirmabstände.

Um die astigmatische Unschärfe näher zu diskutieren, drücken wir die Größe der Austrittspupille wieder durch die Mikroskopkonstanten aus. Wir erhalten dann

$$U = \begin{cases} 2b\,\dfrac{A}{v_1\,v_2} & \text{im Orthoskop} \\ 2b\,\dfrac{\mathfrak{A}}{v_1'\,v_2} & \text{im Konoskop} \end{cases} \qquad (21)$$

Vergleichen wir diese Werte mit den für den Tubusanalysator gefundenen, so ergibt sich der bemerkenswerte Satz:

Die durch den Aufsatzanalysator hervorgerufene Unschärfe des Bildes ist unter gleichen optischen Bedingungen im Orthoskop v_2^2mal kleiner und im Konoskop $\mathfrak{B}^2$mal kleiner als die astigmatische Unschärfe für einen Tubusanalysator von gleicher Prismenlänge.

Um die Größe der Bildfehler für den Aufsatzanalysator zu erhalten, brauchen wir nur die Fehlerwerte in der Tabelle 1 durch die Okularvergrößerung, die Fehlerwerte der Tabelle 2 durch die Konoskopvergrößerung zu dividieren. Wir sehen unmittelbar, daß schon für ganz schwache Okulare bezw. Konoskopvergrößerungen die Bildfehler für alle Objektive unterhalb der Wahrnehmbarkeitsgrenze des Auges liegen. Sie werden gerade noch bei der Lupeneinstellung auf der Mattscheibe eines mikrophotographischen Apparates bei schwacher Vergrößerung und kurzem Balgenauszug merklich.

Die astigmatischen Bildverzerrungen des Aufsatzanalysators sind im Orthoskop und Konoskop gleich groß, aber abhängig von der Bildweite. Bei gleicher Prismenlänge verhalten sie sich zu der des Tubusanalysators wie $A : S$. Die Verzerrung des Aufsatzanalysators kann also nur für sehr Kurzsichtige oder sehr kleine Projektionsabstände merklich größer werden als die des Tubusanalysators.

Die verschiedenen Möglichkeiten, die astigmatischen Bildfehler im Polarisationsmikroskop zu beseitigen, werde ich in einer zweiten Mitteilung besprechen.

Wetzlar, im Januar 1919.

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. Bd. III, 6. 1918. Dresden und Leipzig. Verlag von Theodor Steinkopff.

In dem Schlußheft des 3. Bandes werden die vanadinhaltigen Mineralien behandelt, sodann auf 60 Seiten Wasser.

Von dem ganzen Werk, dessen Umfang auf vier Bände veranschlagt war, liegen nunmehr bereits vier Bände vor, Bd. I, Bd. II 1. und 2. Teil, Bd. III 1. Teil, jeder Teil mit über 60 Bogen

(72 Bogen in II, 2) einem vollen Band entsprechend. Bei der Ankündigung dieses Handbuches hat mancher es vielleicht für ein nicht notwendiges Unternehmen gehalten, weil er glaubte, in dem Handbuch der Mineralogie von Hintze alles Erforderliche zu finden. Die nun abgeschlossenen Bände aber beweisen, daß hier etwas völlig Neues geschaffen worden ist, ein Werk, dem nichts Ähnliches an die Seite zu stellen ist, das für jeden Mineralogen ebenso eine unerschöpfliche Fundgrube und zuverlässiger Ratgeber geworden ist, wie für jeden Chemiker. Es ist kein Handwörterbuch, in dem alle Analysenergebnisse sorgfältigst zusammengetragen sind, sondern eine Sammlung von Monographien geworden, in denen jede Mineralgruppe in chemischer Hinsicht erschöpfend behandelt wird und allgemeine Fragen auf breiter Grundlage je von berufenster Seite dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft entsprechend erörtert werden.

Als Beleg hierfür nenne ich die Behandlung der Silikate, sie umfaßt mehr als 123 Druckbogen. Der Einzeldarstellung gehen einige allgemeine Aufsätze voran, so über den Zusammenhang der physikalischen, besonders der optischen Eigenschaften mit der chemischen Zusammensetzung der Silikate von F. Becke, Paragenesis der natürlichen Kieselsäuremineralien von J. Koenigsberger, Konstitution der Silikate von C. Doelter, Analysenmethoden von Dittrich. Unter den Einzeldarstellungen hebe ich die über die wasserhaltigen Aluminiumsilikate von Stremme hervor, wobei die auch technisch und wissenschaftlich so wichtige und theoretisch noch viel umstrittene Frage über den Basenaustausch gebührend berücksichtigt wird.

Bei den einzelnen Mineralien werden nicht nur die vorhandenen Analysen mitgeteilt und Angaben über das chemische Verhalten und den Gang und Deutung der Analysen gemacht, sondern wir finden da auch das Achsenverhältnis, die physikalischen Eigenschaften, Synthesen, Vorkommen in der Natur, Bildungsweise, Umwandlung. Gegenüber dem umfangreichsten Handbuch der Mineralogie fehlen nur die eingehenden Angaben über die Formenausbildung und die Fundstellen, während die über die chemischen Verhältnisse so umfangreich sind, wie in keinem andern Werk, nicht nur in deutscher Sprache, sondern überhaupt.

Dem unverdrossenen Zusammenwirken des Herausgebers und seiner Mitarbeiter mit dem rührigen Verlag ist es gelungen, das Werk durch alle Schwierigkeiten der Zeit bisher durchzubringen; möge es ihnen beschieden sein, es in gleicher Vollkommenheit zu Ende zu führen und der Wissenschaft ein Werk zu schenken, das in der Literatur aller Länder nicht seinesgleichen hat.

R. Brauns.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Erinnerung an Bruno Doß.

Mit einem Bildnis.

Am 28. Mai 1919 verschied im Carolakrankenhaus zu Dresden nach langem schweren Leiden, das er sich im Felde als Kriegsgeologe zugezogen, der langjährige Mitarbeiter dieser Zeitschrift,

Prof. Dr. Karl Bruno Doss. Mit ihm ist einer der vielseitigsten deutschen Geologen, dessen reiches wissenschaftliches Lebenswerk ihn lange Zeit überleben wird, dem unseligen Kriege zum Opfer gefallen.

Doss wurde am 1. November 1861 zu Auerbach im Sächsischen Vogtland als Sohn eines Kaufmannes geboren und erregte schon

auf der Bürgerschule dieser Stadt, die er Ostern 1875 verließ, durch seine seltene Begabung und großen Wissensdrang die Aufmerksamkeit seiner Erzieher. Bis Ostern 1881 ging er durch das Realgymnasium zu Plauen, wo er als Primus sein Reifezeugnis erwarb. Von dort aus durchstreifte er schon damals das Vogtland auf mineralogischen Wanderungen. Nachdem er in Dresden 1881—82 als Grenadier gedient hatte, widmete er sich 1882—84 zunächst an der Universität und der technischen Hochschule zu München dem Studium der Naturwissenschaften. Hier legte er als Schüler Groth's den Grund für seine mineralogisch-petrographischen Studien und drang bei Zittel in die Paläontologie ein. Auch Bayer, v. Beetz, Harz, Haushofer, Oebbeke und Zimmermann gehörten zu seinen damaligen Lehrern. Von Ostern 1884 ab siedelte er nach der Universität Leipzig über, wo er bei Credner, Hankel, Klein, Leuckart, Marshall, Schenk, G. Wiedemann, Wundt und Zirkel hörte. Der Letztgenannte übergab ihm zur Bearbeitung die basaltischen Laven und Tuffe, die Dr. Alphons v. Stübel aus dem syrischen Haurân und vom Dîret et-Tulûl mitgebracht hatte. Er benutzte die sehr sorgfältige Arbeit hierüber als Dissertation für seine 1886 erfolgte Promotion (Literaturverzeichnis 1). 1887 legte er auch noch das Staatsexamen mit vorzüglichem Erfolge ab.

Während der Leipziger Zeit hatte er das geologisch so reich gesegnete Sachsen auf zahlreichen Exkursionen durchwandert, zu denen Hermann Credner damals seine Schüler so zu begeistern verstand.

Hierauf nahm Doss eine Stelle als Assistent von H. B. Geinitz an der Technischen Hochschule in Dresden an. Sofort begann er als solcher den durch sein mineralreiches Syenitgebiet so verlockenden Plauenschen Grund wissenschaftlich in Angriff zu nehmen. Eine ergebnisreiche Studie über die dortigen Lamprophyre und Melaphyre, die bis dahin wenig bekannten dunklen Gesteinsgänge im Syenit (2), benutzte er 1889 zur Habilitation. Nicht lange sollte sich die Dresdner Hochschule der Lehrtätigkeit des frischen jungen Dozenten erfreuen. Er hatte wohl kaum erst eine Vorlesung begonnen, als er am 18. Oktober 1889 eine Berufung nach dem Polytechnikum von Riga erhielt, wohin er am 2. November übersiedelte.

Diese auf breiter Grundlage aufgebaute technische Hochschule, hinter der eine opferwillige Bürger- und Ritterschaft stand, hatte zwei Jahre vorher ihr 25jähriges Jubiläum gefeiert. An ihrem weiteren Aufblühen in den nächsten 25 Jahren sollte der junge Gelehrte einen sehr wesentlichen Anteil nehmen. Er kam hier auf den richtigen Platz. Ein weites Hinterland, das in vieler Beziehung geologisch noch eine terra incognita war und das für Wissenschaft und Volkswirtschaft noch viele reiche Früchte zu

bieten versprach, fand in ihm den kundigen, mit allen erprobten Untersuchungsmethoden wohl vertrauten Erforscher. Moritz v. Engelhardt, Constantin Grewingk und Friedrich v. Schmidt hatten zwar den Aufbau der baltischen Ostseeprovinzen in großen Zügen kennen gelehrt, Bruno Doss fand aber noch eine Unmenge von Einzelarbeit zu tun, die nur sein Feuereifer und sein unermüdlicher Fleiß in einem Vierteljahrhundert zu bewältigen wußte.

Unter den geologischen Formationen des Landes bedurfte vor allem das Quartär einer gründlichen Neubearbeitung. Wir finden daher in der langen Reihe von seinen Schriften diesem Gegenstand die meisten gewidmet. Schon bald nach seiner Berufung nach Riga, im Sommer 1891, suchte er sich durch eine ausgedehnte Studienreise nach Schweden und Norwegen, die er in höchst anziehender Weise in einem nachmals abgedruckten Briefe an H. B. Geinitz (5) schilderte, ein Bild vom damaligen Stand der nordischen Diluvialgeologie zu verschaffen, deren eifrigster Mitarbeiter er von nun an wurde. Was er damals unter sachkundiger Führung der nordischen Glazialgeologen erschauen durfte, von der Felsenküste bei Udevalla bis hinauf zu dem vereisten Jotunheim, diente ihm in der Zukunft zu wertvollen Vergleichen. 1895 schon erschien seine erste größere Diluvialarbeit über die geologische Natur der Kanger, jener auch verkehrsgeographisch und strategisch für das Land wichtigen natürlichen Dämme und Hügelrücken im SO und O von Riga, die er als Åsar erkannte (15). Auch bei St. Matthiä in Livland stellte er solche Bildungen fest (14). An die Åsar-Arbeiten reihen sich die Studien über Drumlins an, jener langgestreckter Rücken oder rundlicher Hügel, „welche aus Grundmoränen-Material sich aufbauen und in paralleler Scharung dieselbe Richtung einhalten, wie die einstmalige, durch die Schrammen angedeutete Bewegung des Inlandeises“. Diese bis dahin nur von den britischen Inseln und Nordamerika beschriebenen Gebilde hatte zuerst K. Keilhack auch für Norddeutschland, und zwar zwischen Freienwalde und Naugard in Pommern, erkannt (1894). Doss wies sie in sehr typischer Form im Sommer 1895 im mittleren Livland (17) nach, wo sie dem Bodenrelief einen sehr auffällig streifigen Charakter aufdrücken, so z. B. in der Gegend von Wolmar. Drumlins und außerdem eine typische Endmoräne in reichlich 100 km Länge fand er auf einer achttägigen Diluvialexkursion im August 1910 im nördlichen Litauen, die sich von Ponewjesh über Poswol, Linkowo, Krupe, Wegeri nach Alt-Autz in Kurland erstreckte (57). Außerdem beschrieb er die neu entdeckten Gletscherschliffe auf dem silurischen Vaginatenkalkstein bei Port Kunda am Finnischen Meerbusen in Estland (66), schenkte den Dünen seine Aufmerksamkeit (19), besonders denen bei Schlock in Livland mit ihrer auffälligen Richtungsumkehr, und geht der postglazialen Hebung des Rigaer Strandes nach (28).

Seine diluvialen Studien sprangen zuweilen auch hinüber ins Gebiet der Paläontologie (18—20 u. 64) und Prähistorie (49 u. 54).

Viel wertvoller aber für seine zweite Heimat waren seine Bemühungen um die Hydrologie, um die Aufsuchung von flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffen, sowie seine Untersuchung der merkwürdigen Heilschlamme. Bei allen wichtigeren Wasserversorgungsarbeiten und Tiefbohrungen im Lande wurde er als ausschlaggebender Sachverständiger herangezogen. Für die Wissenschaft fielen dabei eine Anzahl inhaltreiche Aufsätze ab, so 1905 über einen artesischen Naturbrunnen bei Schlock in Livland (37). 1906 über die Grundwasserversorgung von Dorpat (41), 1908 über Tiefbohrungen bei Windau, die wertvolle Beiträge zur Gliederung des Devons lieferten (48).

Während des Weltkrieges von deutscher Seite viel benutzt wurde seine Arbeit über die Naphthalagerstätten bei Schmarden in Kurland vom Jahre 1900 (31). Hier hatte Doss die Lagerungsverhältnisse des untersilurischen Brandschiefers, der sog. Kuckerschen Schicht, und des obercambrischen, ebenfalls bituminösen *Dictyonema*-Schiefers genau festgelegt, dicht unter letzterem die *Obolus*-Sandsteinbank, deren Gehalt an phosphorsaurem Kalk während des Krieges ebenfalls Hoffnungen erregte. Sein Normalprofil auf Taf. II wurde bei allen künftigen Aufschlußarbeiten zugrunde gelegt.

Die Schlamme des Kangersees, deren Entstehung unter starker Beteiligung koprogener Substanz Doss gezeigt (24), und deren technisch-balneologische Ausnutzung nach Art der heilkräftigen Limanschlamme des südlichen Rußlands er empfohlen hatte (30), wurden ebenfalls von deutschen Kriegsgeologen neu „entdeckt".

In diese Gruppe seiner Arbeiten gehört auch seine 1908 veröffentlichte Untersuchung der Bohrproben bei der Bohrung auf Naturgas auf dem Gute eines seiner Schüler Nikolai Melnikow im Kreise Nowo-Usensk, Gouv. Samara (51 u. 58). Diese Bohrung im Miocän führte ihn zu der wissenschaftlich, namentlich für die Lehre von den Erzlagerstätten so überaus wichtigen Entdeckung der Ablagerung von Melnikowit, wie er das neue kolloidale Eisensulfid nannte (62 63).

Dies führt uns hinüber zu seinen Arbeiten auf mineralogisch-petrographischem Gebiete. Ein Zufall wollte es, daß er gleich zu Beginn seines Dortseins in die Lage kam, einen Meteoriten zu untersuchen, der am 29. März 1890 bei Mißhof in Kurland niedergefallen war (4 u. 7). Auch rein kristallographische Untersuchungen lagen ihm, dem Schüler Groth's. Die Kristalle einer ganzen Anzahl organischer Verbindungen hat er gemessen und bestimmt (8), desgleichen einen zufällig in einem Sulfatofen einer Schönebecker Sodafabrik als Sublimationsprodukt gebildeten Pseudobrookit (9). Die künstliche Darstellung von Anatas und

Rutil beschäftigte ihn eingehend (12). In die sächsische Heimat zurück verweisen die interessanten, von ihm beschriebenen Pseudomorphosen von Anatas nach Titanit im Syenit des Planenschen Grundes (13). Aus diesem Gebiet hatte er noch manches wertvolle Material zu bearbeiten begonnen, wovon leider Belegstücke und Manuskripte bei Kriegsbeginn von russischer Seite weggeführt oder später in der roten Flut zu Riga untergegangen sind. Seine wichtigste Arbeit dieser Richtung behandelt einen Gegenstand seiner engsten vogtländischen Heimat und hiervon sind glücklicherweise die Belegstücke in der Freiberger geologischen Sammlung geborgen. Wir meinen die Studie über die Pegmatite in dem von ihm im Juli 1901 unmittelbar nach der Auffindung ausgebeuteten Kristallkeller im Kirchberger Granitmassiv zu Wildenau im Vogtland (72). Es ist das ein Muster einer vorsichtig abwägenden, mineralogisch-genetischen Untersuchung. Denselben Geist spürt man auch in seinem Aufsatz über das neue Wolframitvorkommen bei Eich im Vogtlande, das er von Freiberg aus im Jahre 1915 zu untersuchen Gelegenheit hatte (75).

Endlich haben wir noch die Arbeiten des Verewigten auf dem Gebiete der dynamischen Geologie zu würdigen. Sie betreffen hauptsächlich die Seismographie. Durch ihn wurden weitere Kreise belehrt, daß die Bewohner der von tektonischen Einwirkungen sonst so wenig berührten „russischen Tafel" keineswegs sich einer seismischen Ruhe erfreuen. Eine ganze Reihe von dortigen Erdbeben konnten vielmehr von Doss eingehend untersucht und beschrieben werden (21, 38—40, 46, 47, 52, 56, 59, 60, 70, 73). Den Grund für diese Tatsache setzte er, wie folgt, auseinander (52, p. 3): „Wenn somit in den Ostseeprovinzen die Lithosphäre gänzlich oder so gut wie gänzlich zur Ruhe gekommen ist, wenn tektonische Spannungen nicht mehr bestehen, so würde hier wohl nicht ein einziges historisch beglaubigtes Erdbeben zu verzeichnen sein, dessen Epizentrum innerhalb dieses Gebietes gelegen, sofern nicht das Grundgebirge auf weite Strecken aus Kalksteinen und Dolomiten, stellenweise mit eingeschalteten Gipslagern bestände." Und nun entwickelt er weiter die günstigen, dort bestehenden Vorbedingungen für Einsturzbeben, deren er bis 1908 für die russischen Ostseeprovinzen 18 nachzuweisen imstande war. Die Einwände seitens F. de Montessus de Ballore gegen diese Auffassung vermochte Doss leicht zu widerlegen (73). War es doch möglich, geschichtlich beglaubigte Fälle der Entstehung von Einsturzdolinen für dieses Land nachzuweisen, wie ein solches Ereignis bei Schlock in Livland im Jahre 1783 (47).

Ganz neu in die deutsche geologische Literatur führte Doss das seltsame Phänomen der Erdwürfe ein, das er zuerst an dem Beispiel von Neu-Laitzen in Livland und später noch an anderen erläuterte und erklärte (43, 61, 65, 71). Im Gegensatz

zu Sjögren, der diese Erscheinung schon länger aus Schweden kannte und beschrieben hatte, sah er die Ursache in diesem gewaltsamen Emporschleudern in sich geschlossener schollenförmiger Ausschnitte gefrorenen Bodens in einer Unterkühlung des darunter befindlichen Grundwassers und seiner rapiden Volumenvermehrung im Augenblick des Gefrierens. Immer greift er in solchen Erklärungsversuchen geologisch-dynamischer Erscheinungen auf die Lehre von Chemie und Physik zurück, die er in hohem Grade beherrschte.

Das Land, für dessen geologische Erforschung er seine ganze Kraft einsetzte, war ihm allmählich völlig ans Herz gewachsen, zumal seit er im Sommer 1902 einem jugendfrischen Kinde seiner neuen Heimat, Ella Sahlmüller, der Tochter eines reichsdeutschen dort ansässigen Ingenieurs und Industriellen die Hand fürs Leben gereicht hatte. Der überaus glücklichen Ehe mit dieser Frau, die mit Geduld und opferwilliger Selbstbeherrschung die bittere Not seiner Verbannung mit ihm getragen hat, wurden zwei Töchter geschenkt. Diese Liebe zum baltischen Lande gab ihm die Energie, trotz seiner Beanspruchung durch Lehramt und Wissenschaft, noch im vorgeschrittenen Alter Russisch zu lernen, worin er seit der Russifizierung vortragen mußte. So setzte er es zum Glücke für seine Hochschule durch, daß er seiner Stelle nicht verlustig ging, als Deutsch als Unterrichtssprache endgültig verboten worden war.

Den Studierenden widmete sich Doss mit unermüdlicher Hingabe seines reichen Wissens und seiner gewinnenden Persönlichkeit, und hat so der geologischen Wissenschaft unter allen Nationen des völkerreichen Reiches viele Freunde geschaffen. Am geistigen Leben Rigas nahm er auch sonst lebhaften Anteil. Er war das eifrigste Mitglied des Naturforschervereines zu Riga, seit einem oder zwei Jahren vor dem Kriege als dessen Vizepräses. Im Herbst 1914 mußte er als „Feind" aus dem Vereine ausgeschlossen werden, Ende 1917 jedoch wurde er zu seiner Freude dafür zum Ehrenmitglied ernannt. In den 25 Jahren seines Dortseins hat er nur ganz selten einmal eine Sitzung dieser tätigen Gesellschaft versäumt.

Die langen russischen Sommerferien benutzte er häufig zu Besuchen in Sachsen, wo eine von ihm innig geliebte Schwester und so mancher alte Freund schon Wochen vorher auf seine Ankunft sich zu freuen pflegten. So blieb er auch immer im Zusammenhang mit der deutschen Wissenschaft.

Der Weltkrieg überraschte ihn und seine Familie auf dem livländischen Rittergute Kayenhof des Herrn v. Hirschheydt. Er durfte zwar zunächst nach Riga zurückkehren, wurde aber als deutscher Reichsangehöriger unter Wegfall jeglichen Gehaltes vom Dienst suspendiert und trotz seiner Eigenschaft als Wirklicher Russischer Staatsrat, Exzellenz, im November in die Verbannung nach Orel geschickt, im Sommer 1915 aber ohne Pension abgesetzt

und über Rumänien nach Deutschland entlassen. Vergeblich hatten Vertreter der Petersburger Akademie für den um das russische Reich so hochverdienten Mann eine mildere Behandlung zu erwirken versucht. Mehr noch als der Verlust seines Vermögens, das während der Unruhen verschollen ist, schmerzte ihn das Abhandenkommen seiner Manuskripte zu einer Reihe begonnener und zum Teil nahezu fertiger wissenschaftlicher Arbeiten.

In Deutschland gewährte ihm zunächst das sächsische Finanzministerium auf den Antrag der Bergakademie vom 16. August ab ein Asyl an dieser Hochschule als außerordentlicher Professor. Als solcher machte er sich hochverdient durch die mustergültig durchgeführte Neuordnung und Neuaufstellung der petrographischen und stratigraphischen Sammlung des neugebauten geologischen Institutes. Auch fand er Zeit zur oben erwähnten wissenschaftlichen Bearbeitung einer unserer neuen Wolframlagerstätten (75) und zu einer eingehenden Untersuchung der Chromerz- und Braunkohlenlagerstätten der Umgebung von Teslič in Bosnien (nicht veröffentlicht).

Anfang Januar 1917 wurde er als Führer einer Geologengruppe an die Ostfront gerufen, der er sich zur Verfügung gestellt hatte. Was der Verstorbene hier für die Sache des deutschen Heeres getan hat, kann hier nur kurz berührt werden. Hauptsächlich beschäftigte ihn der Stellungsbau, die Entwässerung und Wasserversorgung, die Hochwassergefahr, die Gewinnung von Baumaterialien, so unter anderem bei den Libauer Hafenbauten, und die rohstoffliche Erschließung von Kurland und Litauen. Es liegt auf der Hand, daß dieser bedeutende Geologe, der nicht nur landes-, sondern auch sprachkundig war, auch für alle im Felde zu lösenden Fragen der praktischen Geologie einen reichen Erfahrungsschatz mitbrachte, dem deutschen Heere sehr bemerkenswerte Dienste leisten konnte. Leider zog er sich hier das viel zu spät erkannte und anfangs ganz falsch behandelte Leiden zu, das namentlich das letzte Jahr seines Lebens zu einem so überaus schmerzensreichen machen sollte. Ein erneuter chirurgischer Eingriff brachte ihm am 28. Mai 1919 den Tod. Er wurde in Dresden beerdigt und der Schreiber dieses Nachrufes legte auch im Namen der deutschen Geologie einen Kranz auf das Grab des verdienten Mannes, dessen Herzensgüte, Unerschrockenheit, Wahrheitsliebe und unwandelbare Treue in der Erinnerung seiner Freunde fortleben werden. Dr. Richard Beck.

Verzeichnis der Veröffentlichungen von Bruno Doß.

1. Die basaltischen Laven und Tuffe der Provinz Haurân und vom Dîret et-Tulûl in Syrien. Mit 1 Taf. (Inaug.-Diss. Leipzig.) Tscherm. Min. u. petrogr. Mitt. 7. H. VI. Wien 1886.
2. Ein als erratischer Block am „Heller“ bei Dresden gefundener Cordieritgneis. Abh. d. Ges. Isis in Dresden. 1889.

3. Die Lamprophyre und Melaphyre des Plauenschen Grundes bei Dresden. Tscherm. Min. u. petrogr. Mitt. 11. H. I. p. 17—82. Mit 2 Taf. 1890. (Habil.-Schr.)
4. Der Meteorit von Mißhof. Arbeiten d. Naturforscher-Ver. zu Riga. N. Folge. VII. H. Riga 1891.
5. Reiseskizzen aus Schweden und Norwegen, nebst Glazialerscheinungen bei Dresden (aus einem Briefe an H. B. Geinitz vom 3./15. Okt. 1891). Abh. d. Ges. Isis zu Dresden. 1891. p. 1—7.
6. Note sur la matière colorante des calcaires noirs des Pyrénées. Bull. soc. franç. de min. **15**. 1892. p. 101—104. Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1893. II. p. 245.
7. Über den Meteoriten von Mißhof in Kurland und die Ursachen der Schallphänomene bei Meteoritenfällen im allgemeinen. Mit 2 Taf. u. 8 Holzsch. N. Jahrb. f. Min. etc. 1892. I. p. 71—113. (Teilweise Auszug aus 4.)
8. Kristallographische Untersuchung organischer Verbindungen. Mit 14 Textfig. Zeitschr. f. Krist. **21**, 1. u. 2. H. Leipzig 1892. p. 96—112.
9. Über eine zufällige Bildung von Pseudobrookit, Hämatit und Anhydrit als Sublimationsprodukte und über die systematische Stellung des ersteren. Mit 2 Fig. Zeitschr. f. Krist. **20**. 6. 1892. p. 566—587.
10. E. Mach und B. Doss, Bemerkungen zu den Theorien über die Schallphänomene bei Meteoritenfällen. Sitzungsber. k. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1893. C. II. 2. p. 1—5. Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1895. I. p. 275 u. 276.
11. Die diluviale Hügellandschaft der Ostseeprovinzen. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **36**. 1893.
12. Künstliche Darstellung von Anatas und Rutil mittelst der Phosphorsalzperle. Mit 1 Taf. N. Jahrb. f. Min. etc. 1894. II. p. 147—206.
13. Über Pseudomorphosen von Anatas nach Titanit im Syenit des Plauenschen Grundes. N. Jahrb. f. Min. etc. 1895. I. p. 128—138. Mit 1 Taf.
14. I. Zur Geologie der Jungfernhofschen Seen und ihrer Umgebung in Livland. Mit 1 Taf. — II. Über die Åsar von St. Matthiä in Livland. Mit 1 Taf. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **38**. 1895. p. 117—134.
15. Die geologische Natur der Kanger im Rigaschen Kreise unter Berücksichtigung ihrer weiteren Umgebung. Mit 7 Taf. u. 7 Textfig. Festschrift d. Naturf.-Ver. zu Riga in Anlaß seines 50jähr. Bestehens am 27. März (8. April) 1895.
16. Über devonischen Kugelsandstein. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **38**. 1895. p. 108—112.
17. Über das Vorkommen von Drumlins in Livland. Mit 1 Taf. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 1896. p. 1—13.
18. Einige aus der Kelloway-Stufe der Juraformation von Schumarowo an der Wolga (Kreis Mologa, Gouv. Jaroslaw) kommende Fossilien. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **39**. 1896. p. 68.

19. I. Etymologisches über die Kanger, sowie einige Worte über den Dünenbezirk nordöstl. Rodenpois in Livland. — II. Über einige Besonderheiten der Dünen aus Rigas weiterer Umgebung. — III. Zur Kenntnis der lebenden und subfossilen Molluskenfauna in Rigas Umgebung, insbesondere des Rigaer Meerbusens. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **39**. 1896. p. 25—128.
20. Über einen Mammutfund im Diluvium von Jaroslaw a. d. Wolga. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1896. p. 940.
21. Übersicht und Natur der in den Ostseeprovinzen vorgekommenen Erdbeben. Korresp.-Blatt des Naturf.-Vereins zu Riga. **40**. 1897. p. 1—16.
22. Über das Vorkommen von großen erratischen Blöcken im Gebiete der baltischen Provinzen. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **40**. 1897. p. 118—122.
23. I. Sandhaltige Gipskristalle vom Bogdoberge in der Astrachanschen Steppe. — II. Kristallisierter Sandstein von Sumatra. — III. Über neue Funde mitteldevonischer Fischreste bei Segewold in Livland und im Untergrund von Riga. Ebendort. **40**. 1897. p. 105—108; 1. auch in Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1897. p. 143.
24. Über Inselbildung und Verwachsung von Seen in Livland unter wesentlicher Beteiligung koprogener Substanz. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **40**. 1897. 17 p. Mit 4 Fig.
25. Die postglaziale Hebung des Rigaer Strandes, mit einem Beitrag zur Kenntnis des Torfschiefers. Mit 3 Textzeichn. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **40**. 1897. p. 1—25.
26. Kristallisierter Sandstein von Sumatra. Ebendort. p. 105—108.
27. Über livländische, durch Ausscheidung aus Gipskristallen entstandene Süßwasserkalke als neue Beispiele für „Mischungsanomalien". Mit 1 Taf. N. Jahrb. f. Min. etc. 1897. 1. p. 105—141.
28. Über die Richtungsumkehr einer Dünenwanderung bei Schlock in Livland. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. **42**. 1899. p. 1—5.
29. Pseudomorphosen von Dolomit nach Steinsalz. Ebendort. **43**. 1900. p. 58—59.
30. Über den Limanschlamm des südlichen Rußlands, sowie analoge Bildungen in den Ostseeprovinzen und die eventuelle technisch-balneologische Ausnutzung des Kangerschlammes. Ebendort. **43**. 1900. p. 213—231.
31. Über die Möglichkeit der Erbohrung von Naphthalagerstätten bei Schmarden in Kurland. Ebendort. 43. 1900. p. 157—212. Mit 2 Zeichn. u. 2 Taf.
32. Vorläufiger Bericht der von Ignatow gelegentlich der Untersuchung des Akmolinskschen Seengebietes gesammelten Gesteine. Russisch. Nachr. d. russ. geogr. Ges. **36**. 1901. p. 451—456. Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1902. 1. p. 206.
33. Johann Jacob Ferber, der älteste Vertreter der Drifttheorie. Briefl. Mitteil. in dies. Centralbl. Stuttgart 1901. p. 705.

34. Über einen bemerkenswerten Fall von Erosion durch Stauhochwasser bei Schmarden in Kurland. Mit 1 Taf. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 1902. p. 1—23.
35. Orographische und geologische Verhältnisse des Bodens von Riga. Aus „Riga und seine Bauten". p. 3—12. Riga 1903. Referat im N. Jahrb. f. Min. etc. 1904. II. p. 86.
36. Merkwürdige Bodenbewegungen bei Neu-Laitzen in Livland. Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. in Riga. **47**. 1904. p. 23.
37. Über einen artesischen Naturbrunnen bei Schlock in Livland. Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. in Riga. **48**. 1905. p. 109—119.
38. Über ein unbeachtet gebliebenes Beben in Estland. Ebendort. **48**. 1905. p. 121—138.
39. Beobachtungen über das skandinavische Erdbeben vom 23. Oktober 1904 im Bereiche der russischen Ostseeprovinzen. Mit 1 Skizze. Dies. Centralbl. Stuttgart 1905. No. 3. p. 65—77.
40. Das skandinavische Erdbeben vom 23. Oktober 1904 in seinen Wirkungen innerhalb der Ostseeprovinzen und des Gouvernements Kowno. Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. in Riga. **48**. 1905. p. 249—301. Mit 1 Karte.
41. Gutachten über das Projekt einer Grundwasserversorgung der Stadt Dorpat. Mit 1 Taf. Riga 1906. Müllers Buchdruckerei. 39 p.
42. Über ostbaltische Seebären. Mit 7 Abbild. im Text. Gerland's Beitr. zur Geophysik. 8. H. 3/4. 1907. p. 367—399.
43. Über einen Erdwurf bei Neu-Laitzen in Livland. Mit 1 Taf. und 1 Fig. Ebendort. p. 452—485.
44. Die geologischen Aufschlüsse einer größeren Anzahl artesischer Brunnenbohrungen in Pernau und Umgegend. Mit 1 Tabelle. Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. in Riga. **50**. 1907. p. 75—105.
45. Über ein postglaziales Massengrab von Fledermäusen in Spalten des devonischen Dolomites von Klauenstein in Livland. Mit 1 Autotypie u. 2 Profilen. Ebendort. p. 107—118.
46. Über Ansammlungen von Erdgas im Untergrund Rigas. — Über ein durch einen Gasausbruch hervorgerufenes Seebeben en miniature auf dem Dsirne-See in Livland. Ebendort. p. 47—59.
47. Über die im Jahre 1783 bei Schlock in Livland erfolgte Bildung einer Einsturzdoline. Mit 1 Textskizze. Ebend. **51**. 1908. p. 62—72.
48. Über die geologischen Aufschlüsse einiger Tiefbohrungen in Windau. Ebendort. **51**. 1908. p. 73—91.
49. Befindet sich am Ufer des Kangersees ein heidnischer Burgberg oder nicht? Mit 1 Plan. Sitzungsber. d. Ges. f. Geschichte u. Altertumsk. d. Ostseeprovinzen Rußlands. 1908. p. 47.
50. Über das Sammeln von historischen Nachrichten über Naturereignisse und physisch-geographische Verhältnisse des Ostbaltikums. Vortrag, gehalten auf dem I. Baltischen Historikertage in Riga, April 1908. Arbeiten d. I. B. H. 1908. p. 159—168.
51. Über das Naturgas-Bohrloch auf dem Gute der Gebrüder Melnikow im Kreise Nowo-Usensk. Gouv. Samara. (Franz. u. Russ.) Extr. de

l'Annuaire géolog. et minéral. de la Russie. 1908. **10**. Liv. 7—8 édité par N. Krischtafowitsch. p. 212—220.

52. Die historisch beglaubigten Einsturzbeben und seismisch-akustischen Phänomene der russischen Ostseeprovinzen. Mit 1 Taf. u. 1 Fig. Gerland's und Rudolph's Beitr. zur Geophysik. **10**. H. 1. 1909. p. 1—124.
53. Eine neue Lagerstätte von Naturgas in Rußland. Rigasche Industrie-Zeitung. No. 6. 1909.
54. Über einige neolithische Funde bei Schlock in Livland. Mit 4 Fig. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. in Riga. **52**. 1909. p. 83—90.
55. Die Bedeutung Friedrich Schmidt's für die Geologie Est- und Nordlivlands. — Ein Nachruf-Vortrag, gehalten am (4.) 17. Mai 1909. Ebendort. **52**. 1909. p. 17—28.
56. Die Erdstöße in den Ostseeprovinzen im Dezember 1908 und Anfang 1909. Mit 4 Situationsskizzen. Ebendort. **53**. 1910. p. 73—108.
57. Über das Vorkommen einer Endmoräne, sowie von Drumlins, Åsar und Bänderton im nördlichen Litauen. Mit 1 Kartenskizze. Dies. Centralbl. Stuttgart 1910. No. 22. p. 723—731.
58. Über das dritte Gasbohrloch auf dem Gute der Gebrüder Melnikow im Gouv. Samara, nebst ergänzenden Untersuchungen über das zweite Bohrloch ebendaselbst. (Franz. u. Russ.) Extr. de l'Annuaire géol. et minér. de la Russie. 1911. **13**. Livr. 5—6 éd. par N. Krischtafowitsch. p. 129—146.
59. Über die Erdstöße in den Ostseeprovinzen in den Jahren 1908 und 1909, sowie einige frühere, bisher unbekannt gebliebene Erdstöße ebendaselbst. Gerland's u. Rudolph's Beitr. zur Geophysik. 1911. **11**. H. 1. p. 37—47.
60. Über einige bisher unbekannt gebliebene ältere Erdbeben in den Ostseeprovinzen. Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. in Riga. **54**. 1911. p. 3—11.
61. Zur Frage über die Entstehung der Erdwürfe. Gerland's u. Rudolph's Beitr. zur Geophysik. **11**. 2./4. H. 1912. p. 125—135.
62. Melnikowit, ein neues Eisenbisulfid und seine Bedeutung für die Genesis der Kieslagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol. **20**. 1912. p. 453—483.
63. Über die Natur und die Zusammensetzung des in miocänen Tonen des Gouv. Samara auftretenden Schwefeleisens. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIII. 1912. p. 662—713.
64. Über einen subfossilen, in tonigen Abrutschmassen des Dünaufers bei Polozk (Gouv. Witebsk) gefundenen Schädel von *Cervus alces*. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. in Riga. **56**. 1913. 1 p.
65. Zwei neue Erdwürfe in Livland. Mit 1 Taf. u. 3 Fig. N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. II. p. 17—32.
66. Über einen Gletscherschliff bei Kunda in Estland. Mit 2 Taf. u. 4 Fig. N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. I. p. 43—55.
67. Das Vorkommen von freiem Schwefel in Sapropelen. Dies. Centralbl. Stuttgart 1913. No. 16. p. 490—495.

68. Über die Herkunft des Naturgases auf der Insel Kokskär im Finnischen Meerbusen, nebst Bemerkungen über die Entstehung der Insel. Ebendort. 1913. No. 19. p. 601—610.
69. Über einen Seebären am Rigaschen Strande. Mit 1 Fig. Gerland's u. Rudolph's Beitr. zur Geophysik. **12**. 3. H. 1913. p. 135—138.
70. Seismische Ereignisse in den Ostseeprovinzen vom Jahre 1910 bis Ende 1912. Nachr. d. Seism. Komm. Petersburg. **6**. Lief. 1. 1913. p. 25—32.
71. Ein weiterer Erdwurf in Livland. Mit 5 Textskizzen. N. Jahrb. f. Min. etc. 1914. I. p. 52—60.
72. Der Aufschluß und Befund eines Kristallkellers im Granit von Wildenau im Sächsischen Vogtlande. Mit 5 Taf. u. 4 Textfig. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX. 1914. (Festband Bauer.) p. 126—185.
73. Zur Frage nach der Ursache der ostbaltischen Erdbeben. Dies. Centralbl. Stuttgart 1914. No. 2. p. 37—47.
74. Ein Vorkommen von Grahamit im Silurkalk bei Kunda in Estland. Ebendort. No. 20. 1914. p. 609—615.
75. Eine neue Wolframerzlagerstätte im Sächsischen Vogtlande. Zeitschr. f. prakt. Geol. **23**. 1915. p. 138—149.

Beiträge zur Kenntnis des Atopits von Miguel Burnier, Minas Geraes, Brasilien.

Von **H. Rose** in Göttingen.

Mit 2 Textfiguren.

Schwach gelbliche, an den Anatas erinnernde Farbe in Verbindung mit hohem Glanz ließ für den von A. E. Nordenskiöld [1] entdeckten, regulär holoedrisch kristallisierenden Atopit $2(Ca, Mn, Na_2)Sb_2O_7$ eine ähnlich starke Dispersion wie beim Anatas vermuten.

Zu ihrer Ermittlung wurden Kristalle des von E. Hussak [2] beschriebenen Vorkommens aus den Manganerzgruben von Miguel Burnier in der Provinz Minas Geraes, Brasilien, teils durch Auflösen des Erzes in mäßig verdünnter Salzsäure, teils durch Spaltung von zwei verschiedenen Stufen gewonnen und zu Prismen verschliffen. Die auf die zuerst erwähnte Weise von der einen Stufe erhaltenen Oktaeder hatten Kantenlängen bis zu 1 mm. Die Oktaeder waren entweder nahezu gleichmäßig ausgebildet, wie in Fig. 1, oder tafelig nach zwei gegenüberliegenden Flächen. Außer dem

[1] A. E. Nordenskiöld, Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. 1877. 3. 376; N. Jahrb. f. Min. etc. 1878. p. 206.
[2] E. Hussak, dies. Centralbl. 1905. p. 240.

Oktaeder o wurde das Dodekaeder d, das Hexaeder h und das Ikositetraeder i {311} durch Winkelmessung festgestellt. Die Messungsergebnisse sind in der Tabelle 1 mit den berechneten Winkeln zusammengestellt. Die Spaltstückchen von der anderen Stufe, die den Atopit in derber Ausbildung zeigte, besaßen 2—3 mm lange Oktaederkanten und waren durchweg dunkler gefärbt als die Oktaeder der ersten Stufe. Lichtere Teile der zweiten Stufe waren trübe, die dunkleren nicht durchgehend gleichmäßig gefärbt. Das Pulver der Kristalle beider Stufen erwies sich unter dem Mikroskop im allgemeinen als einfach brechend. Einige schwach gelblich gefärbte, klare Kristalle der ersten Stufe ließen indessen meistens in der Nähe von Einschlüssen des Manganerzes zwischen gekreuzten Polarisatoren Doppelbrechung ähnlich wie Gele erkennen. Eine Felderteilung wie beim Boracit oder Leucit wurde nicht beobachtet.

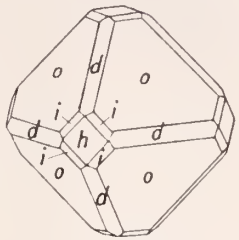


Fig. 1.

Tabelle 1.

Flächen	Flächenwinkel gemessen	berechnet
(111) ^ (1$\bar{1}$1)	109°15′	109°28,27′
(111) ^ (111)	70 28	70 31,73
(111) ^ (100)	54 42	54 44,13
(111) ^ (110)	35 12	35 15,87
(100) ^ (311)	25 22	25 14,50
(111) ^ (311)	29 20	29 29,75

Die Spaltstücke der zweiten Stufe, obwohl einfach brechend, erwiesen sich als optisch inhomogen mit einer vermutlich vom Mangangehalt stark abhängigen Lichtbrechung. An zwei aus ihnen hergestellten Prismen wurden nachstehende Werte des Brechungsquotienten für Natriumlicht ermittelt:

Prisma I . . . . . $n_D = 1{,}854$
Prisma II . . . . . $n_D = 1{,}817$.

Obwohl die Flächen dieser mit dem Wülfing'schen Schleifdreifuß hergestellten Prismen sehr gute Reflexe gaben, traten infolge der Inhomogenität mehrere gebrochene Spaltbilder auf.

Dies blieb aus bei einem Prisma von 36°44,6′ brechendem Winkel mit etwa 1 qmm großen Flächen aus einem klaren, schwach gelblichen Kristall der ersten Stufe, der unter dem Mikroskop keine Doppelbrechung erkennen ließ. Die an ihm unter Anwen-

Tabelle 2.

Linie	Wellenlänge in $\mu\mu$	Brechungs-quotient	Druck	Temperatur
A	762	1,8237	751,0	16,6
a	718	1,8267	751,0	16,6
B	687	1,8284	750,7	16,5
C	656	1,8310	752,5	15,0
Hg	624	1,8344	754,8	18,2
Na	589	1,8376	739,6	10,8
Hg	577	1,8390	756,3	17,5
Hg	546	1,8442	755,8	19,3
Hg	513	1,8509	755,0	19,0
Hg	492	1,8554	754,9	19,0
Hg	436	1,8720	755,0	19,3
Hg	405	1,8847	755,2	16,8

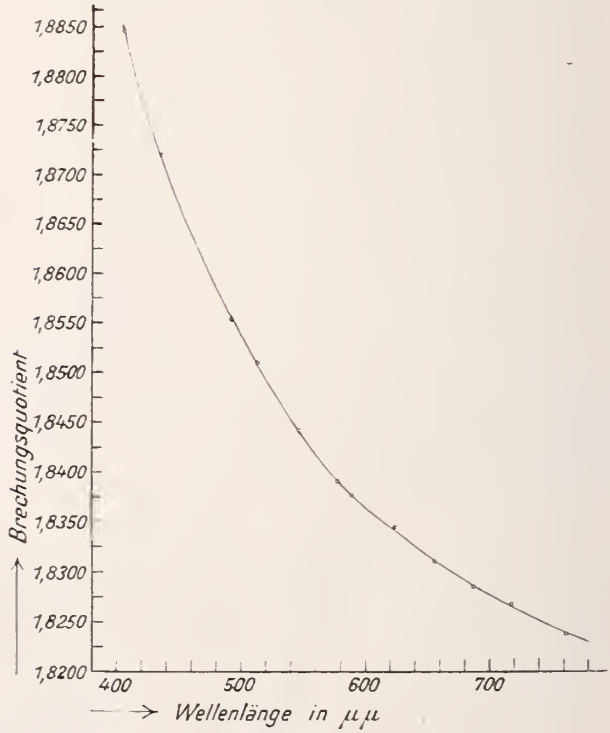


Fig. 2.

dung spektralzerlegten Sonnen- und Quecksilberlichtes erhaltenen Messungsergebnisse sind in der Tabelle 2 enthalten und dürften für einen Kristall gelten, der die chemische Zusammensetzung der von E. Hussak [1] mitgeteilten Analyse I besitzt. Aus der zeichnerischen Darstellung der Tabelle 2 in Fig. 2 entnimmt man als Wert des Brechungsquotienten für die F-Linie (486 $\mu\mu$) $n_F = 1{,}8570$. Mithin ergibt sich für die mittlere Dispersion

$$n_F - n_C = 0{,}0260$$

und als reziproker Wert der relativen Dispersion

$$\frac{n_D - 1}{n_F - n_C} = 32{,}3.$$

Vergleicht man ihn mit denjenigen für die von Schott und Genossen in Jena hergestellten schweren Flintgläser, so würde der Atopit hinsichtlich der relativen Dispersion mit dem Katalogtypus 192, der den Wert 32,1 besitzt, zwar übereinstimmen, aber sich durch seinen Brechungsquotienten für n_D unterscheiden, der für das Glas 1,6738 beträgt. Die relative Dispersion des Atopits bleibt weit hinter der des Anatases zurück, deren reziproker Wert nach den Messungen von A. Ehringhaus [2] für den ordentlichen Strahl 10,9 erreicht.

Erwärmt man einen nahezu farblosen Atopitkristall, so nimmt die Intensität der Gelbfärbung zu und geht bei beginnender Rotglut in ein gelbliches Orange über. Dies weist auf ein Wandern der Absorption bei steigender Temperatur aus dem Ultravioletten nach größeren Wellenlängen hin.

Göttingen, Mineralogisches Institut, Juni 1919.

Über das System Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid.

Erwiderung.

Von **Ernst Jänecke** in Hannover.

Im Neuen Jahrbuch f. Min. etc., Beil.-Bd. XXXVIII, p. 501—512 gab ich eine kurze Besprechung von Dreistoffsystemen besonderer Art und zeigte, daß das von H. Gemsky untersuchte und anders erklärte System (Ba, K, Na)Cl diesen zugehöre. Auf p. 513—524 desselben Bandes glaubt nun E. Vortisch den Nachweis zu erbringen, daß die von Gemsky gegebene Erklärung doch die richtige sei.

[1] E. Hussak, a. a. O. p. 241.

[2] A. Ehringhaus, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLI. 1916 p. 376.

Für dieses System läßt sich nun leicht mit Hilfe der Z-Funktion (meist thermodynamisches Potential bezeichnet) exakt beweisen, daß die Auffassung von Gemsky und Vortisch falsch ist. In meiner kurzen Besprechung erwähnte ich die Behandlung mit Hilfe des thermodynamischen Potentials flüchtig (p. 503). Aus Mangel an Raum mußte auf diese einzig korrekte Untersuchungsmethode verzichtet werden. Es ist aber notwendig, hier auf dieselbe einzugehen.

Das System (Ba, K, Na)Cl besitzt in der üblichen Dreiecksdarstellung vier ausgezeichnete Punkte, die den Salzen $BaCl_2$, KCl, NaCl und $2KCl.BaCl_2$ entsprechen. Von den binären Systemen ist bekannt, daß sich Mischkristalle nur in dem System (K, Na)Cl, und zwar in ununterbrochener Reihe zwischen KCl und NaCl bilden. Unterhalb etwa 375° zeigt das System (K, Na)Cl Entmischung in festem Zustande. Ternäre Mischkristalle oder eine ternäre Verbindung bilden sich nicht. Die tiefste Temperatur, bei der im ternären Systeme noch Flüssigkeit möglich ist, liegt bei 542°. Im binären System (KNa)Cl besteht aber bei dieser Temperatur im Gleichgewicht noch vollständige Homogenität aller (K, Na)Cl-Mischungen. Unter diesen Voraussetzungen läßt sich der exakte Beweis dafür führen, daß (Ba, K, Na)Cl dem von mir erörterten System zugehören muß.

Die Z-Funktion hat bei 542° (und konstantem Druck, der bei dieser niedrigen Temperatur für das System ohne Bedeutung ist) für die vier Salze bestimmte Werte. Aus Mangel an Mischkristallen werden für die Systeme KCl—$BaCl_2$ und NaCl—$BaCl_2$ die Zwischenwerte der Z-Werte einfach durch lineare Interpolation erhalten (vgl. Roozeboom, Heterogene Gleichgewichte, III. Teil, bearbeitet von Schreinemakers). Die Z-Werte im System KCl—NaCl sind aber stets geringer als die zwischen den Werten für KCl und NaCl linear interpolierten Werte. In der graphischen Darstellung mit Z als Ordinate hat diese Funktion für Mischkristalle bekanntlich eine stets nach unten konvexe Form, indem in den Endpunkten eine Berührung der senkrechten Grenzlinien eintritt. Im Dreistoffsystem erhält man die Z-Werte der Mischungen, wenn man in der räumlichen Darstellung mit Z als Ordinate (in einem regulären dreiseitigen Zylinder) die angegebenen Z-Werte der binären Systeme aufträgt und eine Berührungsebene unterhalb der Z-Werte so abrollt, daß sie stets die Kurve zwischen KCl—NaCl berührt und durch die Z-Werte von $BaCl_2$ und $2KCl.BaCl_2$ geht. Die so erhaltenen Berührungswerte auf der Kurve KCl—NaCl entsprechen den (bei 542°) mit den Salzen $BaCl_2$ und $2KCl.BaBl_2$ koexistierenden Mischkristallen. In dem Systeme kommen also sämtliche Mischkristalle zwischen KCl—NaCl und nicht etwa nur zwei Grenzmischkristalle im festen Gleichgewichtszustande bei 542°, also im erstarrten Zustande, vor. Liegt die abrollende Ebene gleich-

zeitig in den Z-Werten von $BaCl_2$ und $2KCl.BaCl_2$, so kann sie nur in einem bestimmten Punkte die Kurve zwischen KCl—NaCl berühren. Dieser Berührungspunkt entspricht dem „Hauptmischkristall" (vgl. p. 503).

Um das Gleichgewicht fest—flüssig zu finden, ist noch die Z-Funktion für flüssige Mischungen hinzuzuziehen. Diese Z-Werte liegen bekanntlich auf einer stetigen Fläche in dem räumlichen dreiseitigen Prisma, die überall nach unten konvex ist und (wie bei Mischkristallen) in den Grenzpunkten berührt. Da bei 542° gerade noch ein Gleichgewicht zwischen fest—flüssig möglich ist, liegt diese Fläche vollständig über der durch Abrollen einer Ebene erhaltenen (diskontinuierlichen) Fläche für die Z-Werte fest und berührt diese in dem ebenen Teile zwischen den Z-Werten für $BaCl_2$, $2KCl.BaCl_2$ und Hauptmischkristall [1]. Der Berührungspunkt entspricht dann dem ternären eutektischen Punkte. Wie man sieht, müssen die für die binären und das ternäre System gefundenen Tatsachen zu dem von mir erörterten Typus führen.

Die von Vortisch gegebenen experimentellen „Beweise" für die Unrichtigkeit meiner Ansicht sprechen denn auch durchaus nicht gegen meine Erklärung. Selbstverständlich habe ich nicht die Ansicht, daß die Unstetigkeit einer bestimmten Abkühlungskurve auf die Überschreitung der sich für das Feld der Mischkristalle ergebenden Talmulde zurückzuführen ist. Vielmehr ist gerade dieser Fall in bezug auf die Erstarrungen beider Art von mir ausführlich erörtert (p. 507 und Fig. 3). Die zweiten Haltezeiten der von Vortisch untersuchten Mischungen lassen sich zwanglos durch Ausscheidung von $BaCl_2$ oder $2KCl.BaCl_2$ erklären. Man muß sich nur darüber klar sein, daß auch die bei der Abkühlung einer Schmelze zuerst ausgeschiedenen Mischkristalle zwischen KCl und NaCl bei weiterem Abkühlen ihre Zusammensetzung ändern. Hierauf geht Vortisch gar nicht ein, obwohl dieses für die im Dreieck krummlinig verlaufenden Erstarrungsbahnen das wichtigste Merkmal ist. Inwieweit, dem Gleichgewicht entsprechend, der zuerst ausgeschiedene feste Mischkristall sich bei fortschreitendem Erstarren weiter ändert, hängt von den Versuchsbedingungen ab. Daß diese, besonders die Abkühlungsgeschwindigkeit und das Durchrühren der Mischungen beim Abkühlen, nur beschränkt geändert werden können, wurde von mir ebenfalls früher erwähnt (p. 505).

Im allgemeinen wird in einer Schmelze bei gutem Durchrühren anfangs die Erstarrung mit Gleichgewicht zwischen Schmelze und Bodenkörper vorherrschen, indem die verhältnismäßig geringe Menge Bodenkörper sich noch mit der Schmelze ins Gleichgewicht setzen kann. Nachher, wenn die Mischung dickflüssiger wird, hört die

[1] Der Punkt auf dieser Ebene führt für den allgemeinen Fall zu einem eutektischen oder einem ternären Übergangspunkt.

Möglichkeit des Durchrührens auf, und es findet Überkrustung der zuerst ausgeschiedenen Kristalle statt, so daß also nach vollständigem Erstarren ein Unterschied in der Zusammensetzung der als Mischkristalle vorhandenen Bodenkörper besteht, der theoretisch nicht vorhanden sein sollte. Die wirklich durchlaufenen Erstarrungsbahnen bei Auftreten von Mischkristallen liegen also zwischen den beiden theoretisch möglichen Erstarrungsbahnen mit und ohne Gleichgewicht (p. 504—507) zwischen Bodenkörper und Schmelze. In ihrem letzten Teile bis zum Auftreten einer zweiten Kristallart haben sie also meist die Form der idealen Abkühlungskurven ohne Gleichgewicht zwischen Bodenkörper und Schmelze, und zwar um so mehr, je mehr Mischkristalle bereits zur Ausscheidung gelangt sind. Die Erstarrungsbahnen dieser Art sind auf p. 504 in Fig. 1 durch gestrichelte Linien angegeben. Man sieht, daß von dem eutektischen Punkte E zwei solche Kurven ausgehen, woraus folgt, daß zwei verschiedene Mischungsreihen, die sich nach KCl und NaCl hin erstrecken, nach Ausscheidung der Mischkristalle direkt auf den eutektischen Punkt stoßen. Es ist daher in Übereinstimmung mit dem von mir erörterten System (und nicht im Widerspruch, wie Vortisch meint), wenn bei ternären Mischungen mit gleichem $BaCl_2$-Gehalt zwei Mischungen auftreten, die nur eine Haltezeit außer der eutektischen besitzen (p. 519). Außerdem müssen die Mischungen, die dieses Verhalten zeigen, um so mehr auseinanderliegen, je weiter sie vom ternären Eutektikum entfernt sind, gerade wie es von Vortisch gefunden wurde. Also statt Widersprüche volle Übereinstimmung mit dem von mir erörterten Typus. Ebenso spricht die Tatsache, daß Vortisch in Dünnschliffen zwei verschiedene Mischkristalle fand, nicht gegen den von mir erörterten Typus, wie sich ohne weiteres aus der oben erörterten Art der Erstarrung ergibt.

Der von mir erörterte Typus findet sich dagegen nicht in einigen der von mir (p. 503) erwähnten Salzmischungen. Durch neuere Untersuchungen ist festgelegt, daß der Typus einiger binärer Mischungen ein anderer ist, als bis dahin bekannt war. Dadurch wird auch der ternäre Typus ein anderer. Anderseits wird sich natürlich das angegebene Verhalten auch bei komplizierteren Systemen wiederfinden können (vgl. $KCl—NaCl—PbCl_2$. p. 512).

Anm. Der Aufsatz wurde im Herbst 1914 zum Druck angenommen, konnte aber des Krieges wegen bisher nicht erscheinen.

Über die Beseitigung der astigmatischen Bildfehler im Polarisationsmikroskop.

Von **M. Berek** in Wetzlar.

Mit 3 Textfiguren.

Die durch ein Polarisationsprisma hervorgerufene astigmatische Unschärfe U und die astigmatische Bildverzerrung B in einem reziproken Ebenenpaar sind gegeben durch die Beziehungen[1]:

$$\begin{aligned} U &= 2\mathfrak{d}\,\mathrm{tg}\,u & B &= -\frac{\mathfrak{d}}{A} \\ u &= 2\mathfrak{d}\,\mathrm{tg}\,u & \mathfrak{B} &= +\frac{\mathfrak{d}}{A} \end{aligned} \quad (1)$$

Danach sind die Bildfehler abhängig von der Größe der astigmatischen Differenz und von Bedingungen des Strahlenganges. Zur Beseitigung der astigmatischen Störungen im Polarisationsmikroskop gibt es also zwei verschiedene Wege: entweder man beseitigt die astigmatische Differenz, oder man wählt geeignete Bedingungen für den Strahlenverlauf im Prisma.

1. Methoden zur Beseitigung der astigmatischen Differenz.

Prisma mit Benutzung des ordentlichen Strahles. — Die einfachste Art, die astigmatische Differenz zu beseitigen, besteht in der Benutzung von Prismen, die den ordentlichen Strahl zur Geltung kommen lassen. Indes sind die bisherigen Konstruktionen solcher Prismen wegen anderweitiger Nachteile gegenwärtig nicht im Gebrauch.

Verkürzung der Prismenlänge. — Durch Verkürzung der Prismenlänge könnte auch bei den Polarisationsprismen, die den außerordentlichen Strahl verwenden, eine Minderung der Bildfehler erreicht werden. Bei den heute benutzten Prismenlängen, die zumeist schon das Mindestmaß darstellen, bis zu dem mit Rücksicht auf die nutzbare Öffnung geschritten werden kann, übersteigt die astigmatische Unschärfe im Orthoskop die Wahrnehmbarkeitsgrenze des Auges um das Zehn- bis Zwanzigfache. Wesentliche Fortschritte sind deshalb nur von solchen Prismenkonstruktionen zu erwarten, die eine sehr weitgehende Verkürzung der Prismen gestatten.

Benutzung stark dichroitischer Kristalle. — Bei der Mikrophotographie im einfarbigen Licht läßt sich der Kalkspatanalysator durch eine Turmalinplatte ersetzen. Diesen Ausweg hat nach dem Vorschlage von Th. Liebisch H. Hauswaldt[2] bei der

[1] M. Berek, dies. Centralbl. 1919. p. 218 u. ff.

[2] H. Hauswaldt, Interferenzerscheinungen im polarisierten Licht. 1.—3. Reihe. Magdeburg 1902, 1904 u. 1907.

Herstellung seiner bekannten Atlanten angewandt, um anastigmatische Bilder der Interferenzerscheinungen zu erhalten.

Kompensationsprisma aus einem optisch-positiven Medium. — S. Becher[1] hat darauf hingewiesen, daß die astigmatische Differenz des Kalkspatprismas durch Hinzufügen eines Prismas aus einer Substanz von positiver Doppelbrechung kompensiert werden könnte, wenn die Hauptschnitte in Analysator und Zusatzprisma parallel orientiert werden. Diese Möglichkeit hat allerdings nur theoretisches Interesse, weil das Kompensationsprisma wegen der geringen Doppelbrechung der in Betracht kommenden optisch-positiven Kristalle eine ungewöhnlich große Länge besitzen müßte.

Kompensationsprisma aus einem optisch-negativen Medium. — Anastigmatischer Doppelanalysator. — Auch mit der Frage nach Verwendung eines Kompensationsprismas aus einem Kristall von negativer Doppelbrechung hat sich S. Becher[2] befaßt, ist aber zu keinem Ergebnis gelangt. Orientiert man nämlich die Hauptschnitte von Analysator und Zusatzprisma parallel, so wird der Astigmatismus verstärkt; orientiert man sie senkrecht zueinander, so durchsetzen die aus dem Analysator austretenden Strahlen das Zusatzprisma als ordentliche Strahlen, erleiden also keine weitere Änderung ihrer astigmatischen Differenz.

Indes führt folgender einfacher Kunstgriff, der S. Becher entgangen ist, zum Ziele. Man setzt über den Analysator noch ein Polarisationsprisma von gleicher Länge und Bauart wie der Analysator und orientiert die Hauptschnitte dieser beiden Prismen senkrecht zueinander. Dann würde zunächst aus dem Kompensationsprisma kein Licht austreten können. Man muß daher noch die Polarisationsebene des aus dem Analysator austretenden Lichts um 90^0 drehen. Das geschieht entweder mittels einer zur optischen Achse senkrechten Quarzplatte von solcher Dicke, daß für die benutzte Lichtart der Drehungswinkel $\frac{\pi}{2}$ ist, oder mittels einer in Diagonalstellung zwischen Analysator und Kompensationsprisma eingefügten doppeltbrechenden Kristallplatte von solcher Dicke, daß für die benutzte Lichtart ihr Gangunterschied ein ungerades Vielfaches der Wellenlänge ist. In beiden Fällen durchläuft die gesamte Lichtenergie, die aus dem Analysator austritt, abgesehen von Reflexionsverlusten, auch das Kompensationsprisma. Ferner durchsetzen die innerhalb des Analysators im Hauptschnitt verlaufenden Strahlen das Kompensationsprisma senkrecht zum Hauptschnitt und umgekehrt. In diesem Doppelanalysator ist also eine vollkommene Kompensation der astigmatischen Differenz sowohl für axiale als

[1] S. Becher, Ann. d. Phys. **47**. 1915. p. 348—351.

[2] Ebenda. p. 348.

auch außeraxiale Strahlenbündel erreicht. Allerdings wird hierbei das Licht, in welchem man beobachtet, in seiner Zusammensetzung geändert, und zwar bei Benutzung einer aktiven Platte infolge der Dispersion des optischen Drehungsvermögens, bei einer inaktiven doppeltbrechenden Platte infolge der Dispersion der Doppelbrechung proportional mit $\sin^2 \pi \frac{\Gamma}{\lambda}$. Diese Filterwirkung wird unmerklich, wenn man das Kristallblättchen zwischen den beiden Analysatoren aus einem inaktiven schwach doppeltbrechenden und schwach dispergierenden Medium so dünn herstellt, daß für die mittleren Farben des Spektrums der Gangunterschied Γ gerade $\frac{\lambda}{2}$ ist. Dann ist Γ auch für alle anderen Lichtarten im sichtbaren Spektrum nur sehr wenig von $\frac{\lambda}{2}$ verschieden.

Wegen seiner relativ großen Dicke und der hierdurch bewirkten Aberrationen wird man einen solchen Doppelanalysator im Tubus des Mikroskops kaum benutzen; ich habe ihn gelegentlich bei der Mikrophotographie als Doppelaufsatzanalysator verwendet. Eine Kombination des Tubusanalysators mit dem Aufsatzanalysator würde wegen der Verschiedenheit des Strahlenganges in beiden Prismen zu einer nur unvollkommenen Minderung der Bildfehler führen.

Dieser anastigmatische Doppelanalysator ist identisch mit einer Anordnung, die von F. Rinne und mir schon vor längerer Zeit als Interferenzlichtfilter benutzt wurde. Wählt man nämlich das Kristallblättchen zwischen den Analysatoren von solcher Dicke, daß es für mehrere Farben einen Gangunterschied von einem ganzen Vielfachen der Wellenlänge aufweist, so werden diese Lichtarten bei gekreuzten Analysatoren ausgelöscht. Man kann dann an Kristallen von starker Achsendispersion mit einer solchen Einrichtung für zwei oder mehrere diskontinuierlich im Spektrum verteilte Farben die Lagen der optischen Achsen gleichzeitig übersehen, während bei gewöhnlicher Beobachtung wegen der Kontinuität der Farben die Achsenlagen nicht unmittelbar erkennbar werden. Ordnet man die Analysatoren parallel an, so erhält man die Erscheinung in den komplementären Farben, aber mit Verdoppelung der astigmatischen Bildfehler.

Wirkung einer Zylinderlinse. — S. Becher[1] hat schon darauf hingewiesen, daß der Astigmatismus einer Zylinderlinse ein wesentlich anderer ist als der eines Polarisationsprismas, und daß es nicht möglich ist, mittels einer mit dem Tubusanalysator verbundenen Zylinderlinse im orthoskopischen Interferenzbilde gleichzeitig astigmatische Unschärfe und Bildverzerrung zu beseitigen. Ich will mich darauf beschränken, die Sätze, zu denen mich meine

[1] S. Becher, l. c. p. 332—348.

Untersuchungen geführt haben und soweit sie eine Erweiterung der Becher'schen Sätze darstellen, ohne Beweis anzuführen.

Wird ein primäres reziprokes Ebenenpaar, das mit dem Astigmatismus eines normalpolarisierenden Polarisationsprismas behaftet ist, durch ein Linsensystem abgebildet, so trägt in den beiden Bildebenen die astigmatische Störung für axiale Strahlenbündel den Charakter des Astigmatismus einer Zylinderlinse.

Bildet man ein reziprokes Ebenenpaar, das den Astigmatismus einer Zylinderlinse trägt, mittels eines optischen Systems ab, so bleibt im allgemeinen der Charakter des primären Astigmatismus in den Bildebenen erhalten. — Steht aber die Zylinderlinse in der vorderen Brennebene des optischen Systems, so trägt im Bildraum der Astigmatismus den Charakter solcher astigmatischer Bündel, wie sie primär von einem Prisma mit normal polarisiertem Gesichtsfeld geliefert werden: Die Strahlen eines Bündels besitzen verschiedene Parallelversetzung in zwei aufeinander senkrechten Richtungen und erzeugen eine von der Schnittweite unabhängige astigmatische Differenz. Hieraus ergibt sich aber als Umkehrung die Folgerung:

Steht die Zylinderlinse in der hinteren Brennebene eines beliebigen, auf das Analysatorprisma folgenden optischen Systems, so ist es möglich, bei passender Brennweite der Zylinderlinse für monochromatische axiale Bündel sämtliche astigmatischen Bildfehler gleichzeitig zu korrigieren. Die Bedingung für die Brennweite der Zylinderlinse ist

$$f_z = \pm \frac{f^2}{\mathfrak{d}}, \tag{2}$$

worin f die Brennweite des zwischen Polarisationsprisma und Zylinderlinse stehenden Teiles der Optik und $\mathfrak{d}$ die astigmatische Differenz des Polarisationsprismas ist.

Die sich hier bietende Möglichkeit zur Beseitigung der Bildfehler ist aber für die Praxis nicht gut verwertbar, weil die Zylinderlinse ebenfalls auf eine ein- und ausschaltbare Vorrichtung wie der Tubusanalysator gesetzt werden müßte. Außerdem wird beim Übergang zum konoskopischen Interferenzbild durch Einschalten der Amici-Bertrand'schen Linse die Brennweite des optischen Systems zwischen Analysator und Zylinderlinse geändert.

Wird die Zylinderlinse mit dem Tubusanalysator fest verbunden, so ist die Korrektionsmöglichkeit sehr beschränkt. Es erweist sich als unmöglich, alle vier oder auch nur je drei der Bildfehler gleichzeitig zu beseitigen. Die Möglichkeit gleichzeitiger Hebung von je zwei Bildfehlern be-

steht auch bei Beschränkung auf axiale Bündel nur für die astigmatischen Unschärfen im orthoskopischen und konoskopischen Interferenzbild. Die Brennweite der Zylinderlinse muß dann der Bedingung genügen

$$f_z = -\frac{l^2 - \mathfrak{d}^2}{4\,\mathfrak{d}}. \tag{3}$$

Hierbei werden aber die Bildverzerrungen verdoppelt. Auch bei der Korrektion nur eines Bildfehlers werden zumeist die Beträge der übrigen drei Bildfelder vergrößert.

II. Methoden zur Beseitigung der astigmatischen Bildfehler durch Änderung der Bedingungen für den Strahlengang im Polarisationsprisma.

Verringerung der wirksamen Apertur. — Vergrößerung der optischen Tubuslänge. — Objektiv- und Okularvergrößerung. — Die Grundformeln (1) für die astigmatischen Bildfehler lehren, daß man die astigmatische Unschärfe durch Einschnüren der zugehörigen Aperturblende verringern kann, im Orthoskop durch Zusammenziehen der orthoskopischen Aperturblende, im Konoskop durch Einschnüren der orthoskopischen Gesichtsfeldblende. Die Bildverzerrungen werden hierdurch nicht geändert. Sie nehmen mit wachsendem Abstand der reziproken Ebenen ab, d. h. für den Tubusanalysator bei Vergrößerung der optischen Tubuslänge, für den Aufsatzanalysator bei Vergrößerung des Schirmabstandes. Die in der ersten Mitteilung wiedergegebenen Formeln (16) lassen ferner erkennen, daß man für eine gewünschte Gesamtvergrößerung im Mikroskop ein Bild mit möglichst geringer astigmatischer Unschärfe erhält, wenn man die geforderte Gesamtvergrößerung durch Benutzung eines starken Objektivs und eines schwachen Okulars, aber nicht umgekehrt, erzielt.

Telezentrischer Strahlengang. — Trotz vorhandener astigmatischer Differenz verschwinden sämtliche Bildfehler, wenn gemäß den Gleichungen 1 für den Strahlengang die Bedingungen gelten:

$$u = u = 0 \quad \text{und} \quad \mathfrak{l} = \infty.$$

Der gesamte Strahlengang muß sich also auf eine einzige ebene Welle reduzieren. Da aber die Energie einer solchen Null ist, so kommt dieser Fall für die Abbildung nicht in Frage. Realisierbar ist nur der sogen. „einseitig“ telezentrische Strahlengang, bei dem nur eine der reziproken Ebenen im Unendlichen liegt. Dann ist

entweder $u = 0$, $u > 0$, $\mathfrak{l} = \infty$, wenn E im Unendlichen liegt.
oder $u > 0$, $u = 0$, $\mathfrak{l} = \infty$, „ G „ „ „

Die Bildfehlerausdrücke 1 zeigen nun, daß es mit derartigem telezentrischen Strahlengang zwar möglich ist, die Bildverzerrungen

in den beiden reziproken Ebenen zu beseitigen, die astigmatische Unschärfe in der Abbildung kann aber nur in der im Unendlichen liegenden Ebene, bezw. in ihren konjugierten Bildebenen gehoben werden.

Es gibt also für den Tubusanalysator keine realisierbare Anordnung des Strahlenganges, die Hebung sämtlicher astigmatischer Bildfehler gleichzeitig im Orthoskop und Konoskop bei fortbestehender astigmatischer Differenz ermöglicht[1].

Für den Aufsatzanalysator kommen sowohl bei orthoskopischer wie bei konoskopischer Betrachtungsweise nur die Bildfehler in derselben Ebene in Frage. Daher sind hier für die Bildweite ∞ sämtliche Bildfehler im orthoskopischen und konoskopischen Interferenzbilde Null. Auch für andere Bildweiten sind sie, wie wir in der ersten Mitteilung dargelegt haben, noch v_2^2 bezw. V^2 mal kleiner als die des Tubusanalysators.

III. Realisierung des telezentrischen Strahlenganges im Tubusanalysator.

Anastigmatisches Polarisationsmikroskop nach S. Becher. — S. Becher[2] hat zur Hebung der astigmatischen Bildfehler vorgeschlagen, die E. Abbe'sche Auffassung des Mikroskops als einer Kombination von Lupe mit astronomischem Fernrohr derart zu verwirklichen, daß statt der bisherigen Objektive auf unendlichen Bildabstand korrigierte benutzt werden sollen und zwischen Tubusanalysator und Okular ein Fernrohrobjektiv eingeschaltet werden soll, das zusammen mit dem Okular ein astronomisches Fernrohr bildet. Bei dieser Anordnung ist in unserer Bezeichnungsweise $n = v$, $u > 0$, $J = \infty$; es werden also die Bildverzerrungen im Orthoskop und Konoskop, die astigmatische Unschärfe aber nur im Orthoskop beseitigt. Im konoskopischen Interferenzbilde bleibt die astigmatische Unschärfe bestehen und ihr Betrag ist proportional mit

$$\mathfrak{B} = \bar{v}\, v'\, v_2, \tag{4}$$

wo die kleinen Buchstaben die Lateralvergrößerungen von bezw. Fernrohrobjektiv, Bertrand'scher Hilfslinse und Okular bedeuten. Diese Anordnung von S. Becher hat nun den Nachteil, daß für die Polarisationsmikroskope die bisherigen auch für biologische Zwecke benutzten Objektive nicht verwendbar sein würden. Beachtet man, daß die optischen Firmen gegenwärtig infolge der

[1] Dieser allgemeine Satz steht in scheinbarem Gegensatz zu den Darlegungen von S. Becher, der indessen nur die orthoskopische Betrachtungsweise berücksichtigt hat.

[2] S. Becher, l. c. p. 352—362. — Patentschrift 286804 (42 h, 14); 1914.

Gleichartigkeit der Konstruktionstypen aller Mikroskope den hohen Anforderungen, die an die Optik der Polarisationsinstrumente hinsichtlich der Polarisationsfreiheit gestellt werden müssen, ohne weiteres nachkommen können, indem sie aus dem reichlichen, gut gelagerten Material die besten polarisationsfreien Objektive für die Verwendung an Polarisationsinstrumenten zurückstellen, so ist ersichtlich, daß die Einführung besonderer Objektivkonstruktionen für Polarisationsmikroskope eine ganz wesentliche Verteuerung der Optik dieser Instrumente bedeuten würde.

Anastigmatischer Tubusanalysator der Firma E. Leitz. — Von der Firma E. Leitz[1] ist der telezentrische Strahlengang im Tubusanalysator in anderer Weise verwirklicht worden. Die bisherige Optik im Mikroskop wird beibehalten und unter denselben Bedingungen gebraucht wie bisher. Die im Orthoskop nach der vorderen Brennebene des Okulars konvergierenden Strahlen werden durch eine vor dem Tubusanalysator eingeschaltete Linse negativer Brennweite tele-

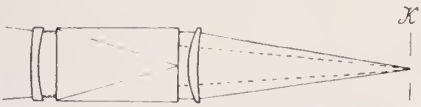
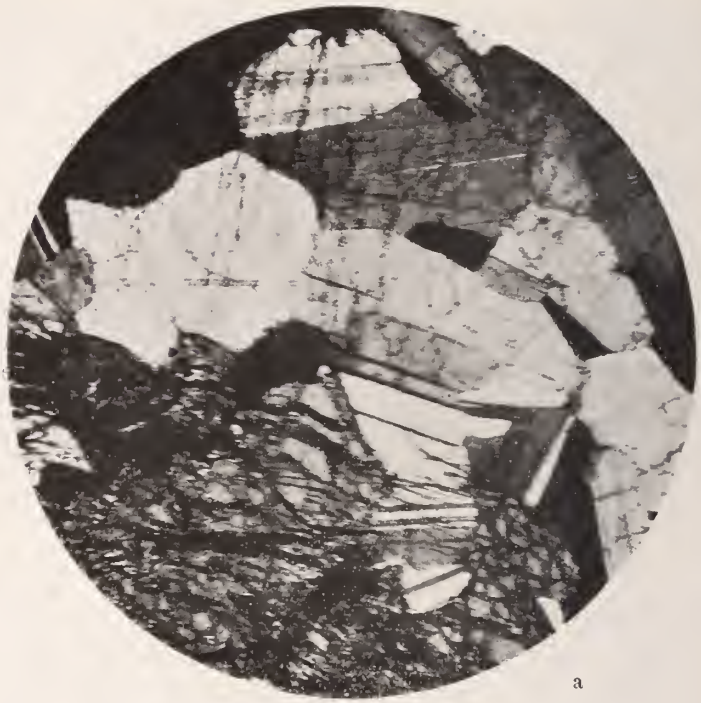


Fig. 1. Polarisationsprisma, anastigmatisch für die Ebene K.

zentrisch gemacht und nach Durchgang durch das Prisma durch eine Linse positiver Brennweite wieder nach dem ursprünglichen Vereinigungspunkt zur Konvergenz gebracht (Fig. 1)[2]. Man muß indes noch fordern, daß durch Einfügung eines solchen Systems der bisherige Korrektionszustand der Objektive nicht verschlechtert wird. Es ist ohne weiteres möglich, dieser Bedingung zu genügen; denn von vornherein ist durch die Lage der einzelnen Linsen nur über deren Brennweite verfügt. Man hat daher durch passende Wahl der Glassorten sowie der Linsenradien noch die Möglichkeit, chromatische Aberration sowie sphärische Aberration und Koma zu beseitigen. Da in dem Maße, wie der telezentrische Strahlengang realisiert ist, auch die durch das relativ lange Kalkspatprisma allein bewirkten sphärischen und chromatischen Longitudinalaberrationen unschädlich gemacht werden, so weist dieser neue anastigmatische Analysator neben der Aufhebung des Astigmatismus auch noch einen besseren allgemeinen Korrektionszustand auf, als wie ihn das Mikroskop mit dem bisherigen Tubusanalysator (+ Korrektionslinse zur Vermeidung der Fokusdifferenz) besaß.

[1] E. Leitz, Patentschrift 296000 (42 h. 3); 1915.

[2] Angaben für diese optische Anordnung stammen unabhängig voneinander von F. Jentzsch und vom Verf.



a

Fig. 2. Forellenstein, Volpersdorf, Schlesien, im polarisierten Licht. Schwaches Objektiv, mittleres Okular. Gesamtvergrößerung ca. 30fach. Volle Öffnung.

a) Gewöhnlicher Tubusanalysator mit Korrektionslinse: Die horizontalen Strukturelemente sind scharf eingestellt: alle anders gerichteten Strukturelemente erscheinen unscharf.

b) Anastigmatischer Tubusanalysator: Strukturelemente von beliebiger Orientierung sind gleichzeitig scharf eingestellt.

Der nach diesen Gesichtspunkten berechnete anastigmatische Tubusanalysator ist künftig für alle Polarisationsmikroskope der Firma E. Leitz vorgesehen worden. Seine Vorzüge gegenüber dem bisherigen Tubusanalysator springen besonders bei der Mikrophotographie in die Augen (Fig. 2). Bei der subjektiven Beobachtung ist es besonders die Ruhe des Bildes, welche zunächst überrascht und auf das Vorhandensein einer eindeutigen Einstellebene zurückzuführen ist. Von dem erzwungenen, ständigen Akkommodationswechsel, der das Auge bei Benutzung eines gewöhnlichen Tubusanalysators vorzeitig ermüdet, ist nichts mehr wahrzunehmen. Dieser neue Analysator umfaßt auch die Vorteile der Becher'schen Anordnung: richtige Justierung der Linsen vorausgesetzt, tritt beim Einschieben des Analysators eine Fokus-

b

differenz nicht ein, so daß die bisher übliche Korrektionslinse [1], die infolge des Astigmatismus nur eine sehr unvollkommene Beseitigung der Fokusdifferenz ermöglicht, sich erübrigt. Es war noch die Frage zu entscheiden, ob es vorteilhafter ist, das Linsensystem fest im Tubus einzubauen oder zusammen mit dem Analysator ein- und ausschiebbar zu gestalten. Das letztere hat zwar den kleinen Nachteil, daß die Bildvergrößerung beim Einschalten des Analysators sich verringert, wobei das Gesichtsfeld wächst; doch war dies auch bei den bisherigen Tubusanalysatoren mit Korrektionslinsen der Fall und ist bisher nicht als störend empfunden worden. Um ferner die Möglichkeit offen zu lassen, nach Entfernung des Analysators auch den bisherigen mikroskopischen Strahlengang benutzen zu können, was gelegentlich erwünscht sein kann, ist für eine feste Verbindung des ganzen Korrektionssystems mit dem Analysatorprisma entschieden worden.

---

[1] Vgl. E. A. Wülfing, Abh. d. Heidelb. Akad., math.-nat. Kl. (6.) 1918. p. 38. — Die ebenda p. 34 geäußerte Ansicht, die Wahl der Korrektionslinse habe sich anscheinend bisher nur auf die Empirie gegründet, trifft in dieser Verallgemeinerung nicht zu.

Durch diesen anastigmatischen Tubusanalysator wird die astigmatische Unschärfe im Orthoskop, die Bildverzerrung im Orthoskop und Konoskop beseitigt. Die restierende astigmatische Unschärfe im Konoskop kommt kaum zur Wahrnehmung, einmal wegen der groben Struktur des konoskopischen Interferenzbildes, dann vor allem auch, weil mit Rücksicht auf die Homogenität und die Größe der untersuchten Kristallteile zumeist für eine hinreichend starke Abblendung der orthoskopischen Gesichtsfeldblende bei der konoskopischen Beobachtung gesorgt ist. Sollte es gelegentlich erwünscht sein, auch im konoskopischen Interferenzbilde die astigmatische Unschärfe ganz zu beseitigen, so könnte man den anastigmatischen Analysator für das Orthoskop durch ein Kor-

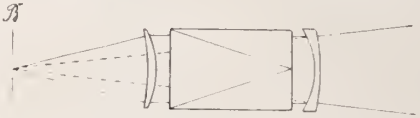


Fig. 3. Polarisationsprisma, anastigmatisch für die Ebene B.

rektionssystem ersetzen, bei welchem die Linsenanordnung die umgekehrte ist: die Strahlenbündel, die ihre Spitzen in der hinteren Brennebene des Objektivs haben, werden durch ein positives System telezentrisch gemacht und nach Durchgang durch den Analysator durch ein negatives System zu solcher Divergenz gebracht, daß ihre Spitzen virtuell wieder in der hinteren Brennebene des Objektivs liegen (Fig. 3). Statt des negativen Systems über dem Analysator kann man in diesem Falle auch ein System von positiver Brennweite verwenden und das ganze Korrektionssystem gleichzeitig als Bertrand'sche Linse wirken lassen. Man würde damit auch besonders große Interferenzbilder erzielen.

Wetzlar, Januar 1919.

Besprechungen.

J. Beckenkamp (in Würzburg): Leitfaden der Kristallographie. Gr. 8°. 466 p. Mit 549 Textfiguren. Berlin 1919. Verlag von Gebr. Borntraeger.

Das Werk soll in gedrängter Form den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse von den Kristallen darstellen und umfaßt 6 Abschnitte: 1. Geometrische Kristallographie; 2. Ausbreitung der Energie in Kristallen durch Influenz; 3. Ausbreitung der Energie in Kristallen durch Leitung; 4. Ausbreitung der Energie in Kri-

stallen durch Strahlung; 5. Einfluß mechanischer, thermischer und chemischer Kräfte auf die geometrischen und physikalischen Eigenschaften der Kristalle; 6. Strukturtheorien zur Erklärung der geometrischen und physikalischen Eigenschaften der Kristalle.

Hessel stellte bekanntlich die Frage, auf wie vielerlei Arten die Symmetrieelemente sich mit dem Rationalitätsgesetze vereinigen lassen und fand dabei die 32 Symmetrieklassen. Man kann dieselben Klassen auf verschiedene, für den Anfänger sich leichter einprägende Methoden ableiten; eine recht übersichtliche synthetische Methode gibt neuerdings Rinne (Die Naturwissenschaften. 1919. p. 381) an.

Verf. wählte statt der synthetischen Ableitung der Kristallklassen die analytische, indem er von der regulär holoedrischen Klasse ausgeht und zunächst die Symmetrie der holoedrischen Klassen ableitet. Bei jeder Kristallklasse werden die wichtigsten Vertreter kurz charakterisiert. Im zweiten, dritten, vierten und fünften Abschnitte werden vor Besprechung der speziellen Eigenschaften der Kristalle auch die neueren Auffassungen der allgemeinen Physik angeführt.

Die sog. „anomalen" Eigenschaften der Kristalle werden auf die peripherischen Eigenschaften der Atome zurückgeführt. In den einzelnen Anwachspyramiden liegen die homogenen Partikel in höherem Maße parallel und deshalb erscheinen diese infolge der peripherischen Eigenschaften der Atome weniger symmetrisch, während das System der Atomschwerpunkte in allen Anwachspyramiden der höheren Symmetrie entspricht. Die Anlagerung neuer Atome erfolgt auf Netzlinien, welche der Basis der Anwachspyramiden parallel gehen, in kürzeren Intervallen als auf Netzlinien, welche jenen an sich gleichwertig sind, aber zur Basis schief oder senkrecht stehen. Während der Anlagerung ändert sich das elektrische Verhalten der Atome und dieser neue elektrische Zustand wird nach der Anlagerung wieder allmählich rückgängig; erfolgt eine neue Anlagerung sehr bald, so wird der entstandene elektrische Zustand „gebunden"; deshalb nehmen bei gleichartigen Molekülen die Netzlinien parallel den Anwachspyramiden eine Sonderstellung ein. Bei isomorphen Mischungen handelt es sich um verschiedenartige Moleküle; die eine Art wird bezüglich der peripherischen Eigenschaften mehr als die andere Art Polarität parallel zur Anwachspyramide bevorzugen. Erwärmung übt starken Einfluß auf die peripherischen Eigenschaften der Atome, aber nur einen weit geringeren auf die Lagerung der Atomschwerpunkte aus.

Zur Erklärung der Zerlegung eines linear polarisierten Lichtstrahles in zwei zirkularpolarisierte Strahlen bei den optisch drehenden Kristallen nahm Verf. früher an, daß das chemische Molekül von elektrischen Strömen (Elektronen) umflossen werde, und durch Bildung von Molekülgruppen (Kristallmolekülen) Felder mit entgegengesetzten Drehungsmomenten konstruiert werden können.

Da nach der neuen Atomtheorie die Atome von Elektronen umkreist werden, entstehen auch ohne die Annahme von Kristallmolekülen Felder mit entgegengesetzten Drehungsmomenten. — Die Molekülgruppen ermöglichen außerdem auch den Aufbau der verschiedenen Kristallklassen. Es bedarf jedoch der Angabe eines Prinzips, welches die Individualität der Molekülgruppe bedingt. Verf. nahm zu diesem Zwecke früher an, daß die einzelnen Moleküle den gleichen magnetischen Pol nach außen richteten. In dem vorliegenden Leitfaden wird von der Bildung von festen Molekülgruppen abgesehen, da auch durch quasi homogene Mischung von niedriger symmetrischen Partikeln die Kristallklassen sich ohne Schwierigkeit ableiten lassen und experimentelle Mittel zur Entscheidung dieser Frage zurzeit nicht bekannt sind. Im sechsten Abschnitte werden die Atomanordnungen sämtlicher bisher daraufhin untersuchten Kristalle beschrieben und abgebildet.

Die Durchleuchtung der Kristalle mit Röntgenstrahlen führte zu dem Resultate, daß die Schwerpunkte der chemischen Moleküle anscheinend stets nach einem Bravais'schen Raumgitter angeordnet sind (z. B. bei $NaCl$, ZnS, FeS_2 nach einem vierfach kubischen, bei $CaCO_3$, $CaMgC_2O_6$ nach einem rhomboedrischen, bei SiO_2 nach einem dreiseitig prismatischen oder wahrscheinlicher nach einem rhomboedrischen Gitter). Die Meroedrie ist in erster Linie durch das System der Schwerpunkte der Atome bedingt, daneben aber auch in geringerem Grade von den peripherischen Eigenschaften (Valenz, elektrische Polarität etc.) der Atome. Infolge der letzteren besitzt die wirklich homogene (submikroskopische) Partikel vermutlich eine viel geringere Symmetrie als die äußere Form, vielleicht bei allen Kristallen nur die der pedialen Klasse, kommt aber der höheren Symmetrie durch die Lagerung der Atomschwerpunkte sehr nahe.

Ein einfaches Gitter ist ein solches, welches sich durch parallele, lückenlose Aneinanderlagerung von kongruenten Elementarkörpern, deren Eckpunkte (allein) die Gitterpunkte bilden, aufbauen läßt. Hiernach sind 9 einfache Raumgitter möglich:

1. triklin-pinakoidales,
2. monoklin-pinakoidales,
3. monoklin-prismatisches,
4. rhombisch-pinakoidales,
5. rhombisch-prismatisches,
6. tetragonal-prismatisches,
7. rhomboedrisches,
8. dreiseitig-prismatisches,
9. kubisches.

Drei dieser einfachen Gitter können auch als ein zusammengesetztes Gitter anderer Art aufgefaßt werden, das monoklin-pinakoidale kann als eine Durchdringung von zwei monoklin-

prismatischen, das monoklin-prismatische Gitter als eine Durchdringung von zwei monoklin-prismatischen Gittern gedeutet werden. Dasselbe Verhältnis besteht zwischen den beiden monoklinen Gittern. Das dreiseitig-prismatische Gitter kann als eine Durchdringung von drei rhomboedrischen, das rhomboedrische als eine Durchdringung von drei dreiseitig-prismatischen Gittern gedeutet werden. Es gibt also nur sechs voneinander unabhängige einfache Gitter, d. h. ebenso viele, als es Syngonien gibt.

Bei der Besprechung der domatischen Klasse hätte es richtiger heißen müssen: „auf Grund ihrer Flächenausbildung" werden nur einige künstlich dargestellte Kristalle in diese Klasse eingereiht, da der Skolezit auf Grund seiner Ätzfiguren ebenfalls in diese Klasse gehört.

p. 51 Z. 1 v. o. soll es heißen: vertikale Achse statt Hauptachse, und Z. 7 v. o.: Rhombendodekaeder statt Rhomboeder.

J. Beckenkamp.

P. Groth: Chemische Kristallographie. Fünfter Teil (Schluß). Aromatische Kohlenstoffverbindungen mit mehreren Benzolringen, heterozyklische Verbindungen. Leipzig, W. Engelmann. 1919.

Bei dem internationalen Geologenkongreß in Berlin im September 1885 war unter uns jüngeren Mineralogen davon die Rede, daß demnächst eine Chemische Kristallographie von Groth erscheinen werde, in der alle bekannt gewordenen kristallisierten Körper nach ihrer Form, physikalischen Eigenschaften und chemischen Beziehungen behandelt werden sollten. Zwanzig Jahre waren darüber hingegangen, bis der erste Band dieses großen Werkes erschien, weitere 13 Jahre bis zur Vollendung des ganzen Werkes, eine Lebensarbeit hat damit ihren Abschluß gefunden, für die die wissenschaftliche Welt dem Verfasser zu großem Dank verbunden ist; sie verbindet damit den Glückwunsch, daß es ihm gelungen ist, das Werk trotz der schweren Zeiten zu vollenden. Niemand anders als Groth hätte dies Werk schaffen können, in keiner Sprache existiert etwas Ähnliches.

Ein ungeheures Material ist hier bewältigt, nicht nur durch Zusammenstellung von alle dem, was bisher über die Kristallformen, die physikalischen Eigenschaften und chemischen Verhältnisse aller kristallisierten Körper bekannt geworden war, durch gleichartige Zeichnung der 3342 Abbildungen, sondern auch durch kritische Bemerkungen über die gegenseitigen Beziehungen. Ein Schatz ist hier zusammengetragen, an dessen Auswertung noch Generationen Arbeit finden.

R. Brauns.

Miscellanea.

Die **Fürstlich Jablonowski'sche Gesellschaft** in **Leipzig** hat einen Preis von 1500 ℳ an Prof. Dr. **P. Niggli** in Tübingen erteilt für seine eingereichte Abhandlung über die Rolle der leicht flüchtigen Bestandteile im Magma.

Berichtigungen.

In dies. Centralbl. 1919, p. 135, Zeile 18 u. 19 der Anmerkung ist an Stelle von „der denselben" zu lesen „den derselbe".

In diesem Centralbl. 1919, Nr. 11/12, p. 190—192, beschreibt der frühere Assistent am hiesigen Mineralogisch-petrographischen Institut, Herr Dr. K. Schlossmacher, einen Apparat für Dünnschliffpräparation lockerer Gesteine, den er hier im Institut konstruiert haben will. Dazu muß ich bemerken, daß mit diesem Apparat zwar Gesteine einer Untersuchung des Herrn Dr. Schlossmacher vom hiesigen Präparator präpariert wurden, daß dieser Apparat aber **nicht** von Herrn Dr. Schlossmacher, sondern von mir im Sommer 1916 konstruiert worden ist. Die Beschreibung sollte erst in der in Vorbereitung befindlichen Neuauflage der „Mikroskopischen Physiographie" erfolgen. Bei den Vorversuchen und der Prüfung des Apparates bin ich durch den zurzeit noch in englischer Gefangenschaft befindlichen Dr. F. Hörner unterstützt worden.

Ich kann diese Erklärung schon deswegen nicht unterdrücken, weil ich sonst in die eigentümliche Lage käme, einen von mir konstruierten Apparat in meinen eigenen Veröffentlichungen als Schlossmacher's Apparat zitieren zu müssen.

Heidelberg, den 14. Juli 1919.

Mineralogisch-petrographisches Institut. E. A. Wülfing.

Personalia.

Ernannt: Dr. **R. Ewald**-Heidelberg zum wissenschaftl. Hilfsarbeiter für Geologie und Paläontologie am Prov.-Museum zu Hannover.

Habilitiert: Dr. **Hans Schneiderhöhn** an der Universität Frankfurt a. M. als Privatdozent für Mineralogie, Petrographie und Lagerstättenkunde. Schneiderhöhn ist vor kurzem zusammen mit Herrn Prof. E. Kaiser aus Deutsch-Südwestafrika zurückgekommen, nachdem er 5 Jahre lang dort zurückgehalten worden war.

Gestorben: **E. v. Fedorow**, Professor der Kristallographie in Petersburg. — **Armaschewski**, Professor der Mineralogie in Kijew, von den Bolschewiki ohne Angabe von Gründen zum Tode verurteilt und erschossen. — 28. Mai 1919 zu Dresden Prof. Dr. **Karl Bruno Doß** von der Technischen Hochschule in Riga.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über einen kristallinischen Normaldolomit von der Kneifelspitze bei Berchtesgaden in Bayern.

Von **Emanuel Glatzel** in Breslau.

1. Vorkommen und Eigenschaften. — Ein in der Nähe von Berchtesgaden in Bayern am Südabhange des Untersberges gegen Salzburg zu gelegener, viel besuchter Aussichtspunkt ist die Kneifelspitze. Man gelangt zu ihr von Berchtesgaden aus über Gern und die Marxenhöhe in ungefähr 3 Stunden. Von der Marxenhöhe ab fallen am Wege, besonders in der Nähe der Kneifelspitze, lose Gesteinsbrocken auf, die sich von dem überall anstehenden schwach gelblich gefärbten Kalkstein durch ihre weiße Farbe unterscheiden. Sie sind oft durch den Regen an der Oberfläche stark ausgewaschen und besitzen eine feinkörnige, kristallinische, zuckerartige Struktur. Ihr spezifisches Gewicht wurde zu 2,792 ermittelt. Sie enthalten kaum bestimmbare Spuren hygroskopisches Wasser, geben aber beim Glühen neben Kohlendioxyd etwas weniger als 1 % Wasser ab. Sie lösen sich leicht in Salzsäure unter Entwicklung von Kohlendioxyd und unter Hinterlassung eines minimalen Rückstands auf. Die chemische Analyse zeigte, daß ihnen die Formel $\{CaCO_3 + MgCO_3\}$ zukommt, daß sie also Normaldolomit sind, in dem auf ein Molekül Calciumcarbonat ein Molekül Magnesiumcarbonat kommt.

2. Bestimmung des spezifischen Gewichts. — Zur Ermittlung des spezifischen Gewichts wurden größere, feste Stücke des Minerals bei 15° C zunächst in der Luft und dann im Wasser gewogen, woraus sich das Gewicht des verdrängten Wassers ergab.

1. Gewicht des Minerals in der Luft bei 15° C	2. Gewicht des Minerals im Wasser bei 15° C	3. Aus 1. u. 2. berechnetes Gewicht des durch das Mineral verdrängten Wassers	4. Aus 3. u. 1. berechnetes spez. Gewicht des Minerals
	Erste Untersuchung:		
13,8540 g	8,8855 g	4,9685 g	2,788
	Zweite Untersuchung:		
11,6657 g	7,4912 g	4,1745 g	2,795
		Mittleres spezifisches Gewicht:	2,792

1. Zur Analyse verwendete Gewichte des Minerals	2. Aus den in 1. angegebenen Gewichten wurden erhalten	3. Aus 1. u. 2. berechnete prozentische Zusammensetzung des Minerals	4. Molekularverhältnisse (Prozente dividiert durch die entsprechenden Molekulargewichte)
		Erste Analyse	
1 g zur Bestimmung von CaO	0,3038 g CaO	30,38 % CaO	0,5418 CaO
1 g zur Bestimmung von MgO	0,5995 „ $Mg_2P_2O_7$	21,71 „ MgO	0,5384 MgO
2,5682 g zur Bestimmung von CO_2	1,1963 „ CO_2	46,58 „ CO_2	1,0585 CO_2
1 g zur Bestimmung von H_2O	0,4749 „ $\{CO_2 + H_2O\}$	47,49 % $\{CO_2 + H_2O\}$, also	
		0,91 % H_2O	
		99,58 %	
		Zweite Analyse	
1 g zur Bestimmung von CaO	0,3082 g CaO	30,82 % CaO	0,5497 CaO
1 g zur Bestimmung von MgO	0,5987 „ $Mg_2P_2O_7$	21,68 „ MgO	0,5377 MgO
1,3976 g zur Bestimmung von CO_2	0,6468 „ CO_2	46,28 „ CO_2	1,0517 CO_2
1 g zur Bestimmung von H_2O	0,4726 „ $\{CO_2 + H_2O\}$	47,26 % $\{CO_2 + H_2O\}$, also	
		0,98 % H_2O	
		99,76 %	

5. Setzt man das kleinste Molekularverhältnis, also das des Magnesiumoxyds, gleich 1, so ergeben sich folgende Molekularverhältnisse	6. Abgerundete Molekularverhältnisse	7. Nach 6. kommt also dem Mineral die Formel zu	8. Nach der Formel $\{CaCO_3 + MgCO_3\}$ berechnete prozentische Zusammensetzung des Minerals	9. Differenzen zwischen der durch die Analyse gefundenen und der nach der Formel $\{CaCO_3 + MgCO_3\}$ berechneten prozentischen Zusammensetzung des Minerals
		Erste Analyse		
1,0063 CaO	1 CaO	$CaO . MgO . 2CO_2$ oder $\{CaO . CO_2 + MgO . CO_2\}$ oder $\{CaCO_3 + MgCO_3\}$	30,41 % CaO 21,86 „ MgO 47,73 „ CO_2 100,00 %	— 0,03 % CaO — 0,15 „ MgO — 1,15 „ CO_2
1,0000 MgO	1 MgO			
1,9660 CO_2	2 CO_2			
		Zweite Analyse		
1,0223 CaO	1 CaO	$CaO . MgO . 2CO_2$ oder $\{CaO . CO_2 + MgO . CO_2\}$ oder $\{CaCO_3 + MgCO_3\}$	30,41 % CaO 21,86 „ MgO 47,73 „ CO_2 100,00 %	+ 0,41 % CaO — 0,18 „ MgO — 1,45 „ CO_2
1,0000 MgO	1 MgO			
1,9559 CO_2	2 CO_2			

Hieraus und aus dem Gewicht des Minerals in der Luft war dann dessen spezifisches Gewicht leicht zu berechnen.

Die Tabelle auf p. 289 zeigt eine Zusammenstellung der bei zwei Proben verwendeten Gewichtsmengen des Minerals, der Gewichte des letzteren im Wasser, der berechneten Gewichtsverluste im Wasser und der ermittelten spezifischen Gewichte.

3. Gang der Analyse. — Zur Bestimmung des Calciumoxyd- und Magnesiumoxydgehalts wurde von dem fein gepulverten Mineral stets genau 1 g abgewogen und mit Salzsäure in Lösung gebracht. Der hierbei zurückbleibende, kaum bestimmbare Rückstand, der nur eine geringe Trübung der Flüssigkeit hervorrief, wurde abfiltriert, das klare Filtrat darauf mit Ammoniak übersättigt und aus der so erhaltenen Flüssigkeit das Calcium mit Ammoniumoxalat als Calciumoxalat ausgefällt, dieses abfiltriert, getrocknet, durch Glühen in Calciumoxyd übergeführt und dessen Gewicht bestimmt.

Das Filtrat vom Calciumoxalat wurde mit Natriumphosphat versetzt, das entstandene Ammoniummagnesiumphosphat abfiltriert, getrocknet und unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln durch Glühen in Magnesiumpyrophosphat übergeführt, aus dessen Gewicht die in dem Mineral enthaltene Menge Magnesiumoxyd berechnet wurde.

Der Kohlendioxydgehalt wurde mit Hilfe eines kleinen Geissler-schen Kohlensäureapparats bestimmt, der mit Schwefelsäure und Salzsäure gefüllt war. In diesen wurde eine kleine Menge des fein gepulverten Minerals gebracht und deren Gewicht festgestellt. Sie wurde dann mit der in dem Apparate befindlichen Salzsäure behandelt, wodurch das in ihr enthaltene Kohlendioxyd entwich. Dieses wurde sorgfältig abgesaugt und darauf der Apparat wieder gewogen. Die Differenz der Gewichte des Apparats vor und nach der Behandlung des Minerals mit Salzsäure war dann gleich dem Gewicht des in der Substanz enthaltenen Kohlendioxyds.

Um den Wassergehalt festzustellen, wurde 1 g des fein gepulverten Minerals stark geglüht. Dadurch entwich Kohlendioxyd und Wasser. Da der Kohlendioxydgehalt vorher ermittelt worden war, ergab sich der Wassergehalt durch Subtraktion des Kohlendioxydgehalts vom Gesamtglühverlust.

4. Berechnung und Resultate der Analysen. — Der Berechnung der Analysen wurden die internationalen Atomgewichte von 1916 zugrunde gelegt und Ca = 40,07, Mg = 24,32, C = 12,005, O = 16, P = 31,04 und H = 1,008 gesetzt. Hiernach war das Molekulargewicht von $CaO = 56{,}07$, von $Mg_2P_2O_7 = 222{,}72$, von $MgO = 40{,}32$, von $CO_2 = 44{,}005$, von $H_2O = 18{,}016$ und das der untersuchten Substanz $\{CaCO_3 + MgCO_3\} = 184{,}400$.

Bei der Aufstellung der Formel wurde der geringe Wassergehalt des Minerals unberücksichtigt gelassen.

Die auf p. 290 und p. 291 befindlichen Tabellen zeigen eine übersichtliche Zusammenstellung der Resultate zweier Analysen und die Aufstellung der sich aus ihnen ergebenden Formel des Minerals.

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß das untersuchte Mineral Normaldolomit von der Formel $\{CaCO_3 + MgCO_3\}$ ist. Er ist sicher aus dem in der ganzen Gegend anstehenden magnesiumoxydhaltigen Kalkstein dadurch entstanden, daß auf diesen kohlensäurehaltige Tageswässer einwirkten, die dessen Calciumcarbonat z. T. in Calciumbicarbonat umwandelten und in Lösung fortführten und dadurch den Magnesiumcarbonatgehalt des Gesteins so lange vergrößerten, bis schließlich auf ein Molekül Calciumcarbonat ein Molekül Magnesiumcarbonat kam.

5. Zusammenfassung. — Auf der in der Nähe von Berchtesgaden in Bayern am Südabhange des Untersberges gelegenen Kneifelspitze und in deren Umgegend finden sich kleinere und größere Gesteinsbrocken vor, die sich von dem dort überall anstehenden schwach gelblich gefärbten, magnesiumoxydhaltigen Kalkstein durch ihre weiße Farbe unterscheiden. Sie sind an ihrer Oberfläche durch die Tageswässer oft stark ausgewaschen und besitzen eine feinkörnige, zuckerartige Struktur. Sie haben das spezifische Gewicht 2,792 und geben beim Glühen neben Kohlendioxyd etwas Wasser ab. Sie lösen sich leicht unter Aufbrausen und unter Hinterlassung eines äußerst geringen Rückstands in Salzsäure auf und enthalten im Mittel 30,60 % CaO, 21,69 % MgO und 46,43 % CO_2, woraus folgt, daß sie Normaldolomit von der Formel $\{CaCO_3 + MgCO_3\}$ sind.

Breslau, Chem. Laboratorium der städtischen Oberrealschule, am 22. Juni 1919.

Die Mischkristalle (K, Na) Cl in ternären Systemen.

Von **Erh. Vortisch.**

Mit 2 Textfiguren.

Die „kristallographische und thermische Untersuchung des ternären Systems Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid", deren Ergebnisse H. Gemsky[1] in seiner Dissertation zusammengestellt hat, veranlaßte E. Jänecke[2] zur Veröffentlichung einer Abhandlung „Über Dreistoffsysteme mit drei Bodenkörpern besonderer Art". Kurz erledigt er in dieser Arbeit das von H. Gemsky ermittelte Diagramm: „solche Systeme sind zwar möglich, jedoch selten; (Ba, K, Na)Cl ist jedenfalls kein solches" (p. 502),

[1] H. Gemsky, Diss. 1913. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVI. 513—559. 1913.

[2] E. Jänecke, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVIII. 501—512. 1914.

und versucht dann eine bessere Interpretation zu geben, derzufolge Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid ein solches Dreistoffsystem mit drei Bodenkörpern besonderer Art sein soll. Durch eine nochmalige Prüfung der Kristallisationsvorgänge in jenem System[1] konnte ich zeigen, daß die Versuchsergebnisse gegen die Erklärung von E. Jänecke sprechen, denn unerfüllt ist gerade die notwendige Voraussetzung, „daß die Mischkristalle, die im binären System in lückenloser Reihe vorhanden sind, nicht im ternären System eine Mischungslücke aufweisen" (p. 502).

In einer Erwiderung kommt E. Jänecke[2] nochmals auf das System Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid zu sprechen, um mit Hilfe des thermodynamischen Potentials zu beweisen, daß die Auffassung von Gemsky und mir falsch ist. Die Ableitung seines Beweises stützt sich dabei auf die folgenden Voraussetzungen: „Die tiefste Temperatur, bei der im ternären System noch Flüssigkeit möglich ist, liegt bei 542°. Im binären System (K, Na)Cl besteht aber bei dieser Temperatur im Gleichgewicht noch vollständige Homogenität aller (K, Na)Cl-Mischungen", denn erst „unterhalb etwa 375° zeigt das System (K, Na)Cl Entmischungen im festen Zustande", und „ternäre Mischkristalle bilden sich nicht". Sind diese Voraussetzungen richtig und entsprechen sie stabilen Gleichgewichtszuständen, so führen sie ohne Zweifel zu dem von Jänecke geforderten Typus eines Dreistoffsystems A—B—C, in dem als Bodenkörper Mischkristalle BC, Verbindung $A_xB_y = D$ und Komponente A auftreten (E. Jänecke, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVIII. 504, Fig. 1; 512, Fig. 7).

Die experimentelle Erforschung des Systems Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid hat aber ergeben, daß der zu erwartende Typus nicht auftritt. Vielmehr sind die Mischkristalle (K, Na)Cl im ternären Gebiet unterhalb einer kritischen Temperatur T_m nicht mehr in lückenloser Reihe vorhanden. Dieselbe Erscheinung konnten H. Brand[3] und K. Treis[4] bei der Untersuchung von Dreistoffsystemen, in denen neben Kaliumchlorid und Natriumchlorid die Chloride von Cadmium und Blei die dritte Komponente bilden, beobachten. Von diesen Dreistoffsystemen wären vergleichend heranzuziehen die den analogen Typus aufweisenden Teilsysteme $CdCl_2 . KCl—KCl—NaCl$ und $2PbCl_2 . KCl—KCl—NaCl$. Beide Systeme unterscheiden sich nur dadurch von dem Typus des Systems Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid, daß die Verbindung D jetzt einen inkongruenten Schmelzpunkt hat; damit wird aber für

[1] E. Votisch, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVIII. 513—524. 1914.
[2] E. Jänecke, dies. Centralbl. 1919. 271.
[3] H. Brand, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXII. 627—700. 1911.
[4] K. Treis, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVII. 766—818. 1914.

den Typus des ternären Systems nichts Wesentliches geändert. Schematisch kann das Konzentrationsdiagramm jener Systeme durch Fig. 1 veranschaulicht werden. Es zeigt die Felder $\mathfrak{A}'$, $\mathfrak{D}'$, $\mathfrak{B}'$ und $\mathfrak{C}'$, die den vier kristallisierten Phasen — Komponente A, Verbindung D, B-reiche Mischkristalle und C-reiche Mischkristalle — entsprechen [1]. Bei jenen Systemen sind also die Mischkristalle BC = (K, Na)Cl bei Gegenwart der dritten Komponente A nur oberhalb einer Temperatur T_m in lückenloser Reihe existenzfähig, und bei

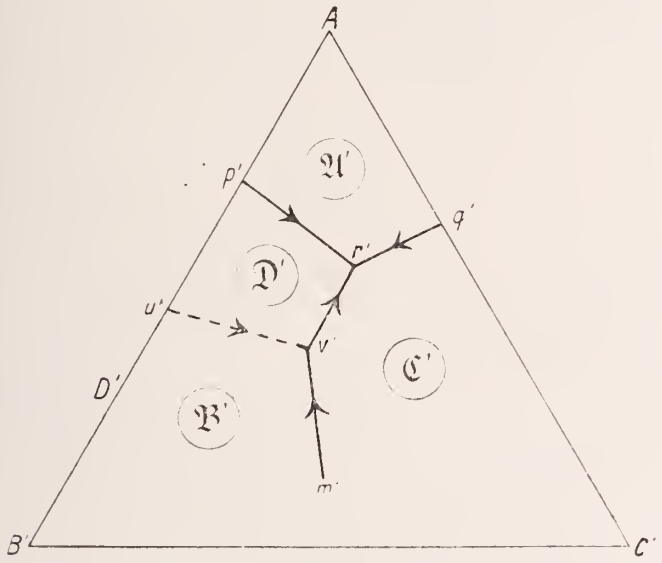


Fig. 1. Das experimentell ermittelte Konzentrationsdiagramm (schematisch) für einige ternäre Systeme aus $[M]Cl_2$—KCl—NaCl.

dieser kritischen Temperatur entspringt im Konzentrations-Temperatur-Diagramm eine Kurve m v, durch welche Schmelzen bestimmt werden, die mit zwei Grenzmischkristallen der Mischungsreihe (BC) im Gleichgewicht sind.

Jenen offenbaren Widerspruch, in welchem die experimentellen Befunde zu dem Typus von Jänecke stehen, gilt es zu beseitigen; und um die Lösung dieser Aufgabe ist es wohl auch E. Jänecke in seinen Darlegungen zu tun. Da er aber seine Voraussetzungen auch für die von H. Gemsky, H. Brand und K. Treis experimentell erforschten Dreistoffsysteme für unbedingt erwiesen

[1] Bei $BaCl_2$—KCl—NaCl ist noch zu berücksichtigen, daß der Umsetzungspunkt v' und der eutektische Punkt r' zusammenfallen.

erachtet, kann für ihn als Ergebnis nur der durch seine Figuren dargestellte Typus Geltung haben. Er versucht es daher um jeden Preis, aus den Resultaten der Versuche jenen Typus zu konstruieren. Das ist ihm jedoch nicht ohne Vergewaltigung einiger experimenteller Befunde möglich, doch hilft er sich über alle Schwierigkeiten mit einem „es ist leicht ...“ oder „wie sich ohne weiteres ergibt ...“ hinweg, um „zwanglos“ die Erstarrung erster oder zweiter Art für die Erklärung heranzuziehen, je nachdem ihm die eine oder die andere zum Ziele führt.

Den Beweis aber, daß seine Voraussetzungen in der Tat zutreffen und stabilen Verhältnissen entsprechen, bleibt uns E. Jänecke schuldig. Er konstruiert geradezu erst jenen Widerspruch durch die Annahme, daß diese Voraussetzungen auch für die experimentell erforschten Dreistoffsysteme gültig sind.

Will man jedoch für die Erklärung der Gleichgewichte in jenen Systemen einige Versuchsergebnisse — auf solche allein fußen ja auch die gemachten Voraussetzungen — nicht kritiklos anderen experimentellen Befunden vorziehen, so muß man zunächst die Frage offen lassen, ob sich ternäre Mischkristalle bilden oder nicht, und wie sich die Mischkristalle (BC) bei Gegenwart der dritten Komponente A verhalten.

Die beiden Lösungen, die sich dann für die Klärung jenes vermeintlichen Widerspruches darbieten, haben R. Sahmen und A. v. Vegesack [1] in ihrer „Entgegnung auf die Bemerkungen des Herrn Ernst Jänecke“ schon früher wie folgt angedeutet:

1. „Eine Verminderung der Mischbarkeit von B und C durch die Gegenwart von A ist nur dann denkbar, wenn A in den Bestand der Mischkristalle eintritt.“
2. „Wenn im Zweistoffsystem B—C sich aus den Schmelzen Mischkristalle (BC) in lückenloser Reihe abscheiden, und im Dreistoffsystem dennoch eine Lücke beobachtet werden sollte, so würde daraus hervorgehen, daß dieselbe auch im Zweistoffsystem vorhanden ist.“

I. Den ersten Weg schlug denn auch H. Brand [2] ein, um durch die Annahme ternärer Mischkristalle die Kristallisationsvorgänge im System Cadmiumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid zu deuten, denn „dadurch, daß sich die dritte Komponente an der Bildung der Mischkristalle beteiligt, bleibt die vollständige Mischfähigkeit auf Schmelzen beschränkt, deren Konzentrationen ...“. Er konnte in dem Diagramm eines Schnittes X eine zu höheren Temperaturen ansteigende Kurve $\nu_1 \mu_1$ verfolgen, die vom Punkte μ_1 ausgeht, in dem die aus der binären Schmelze gebildeten Mischkristalle (K, Na)Cl sich entmischen. Und daraus

[1] R. Sahmen und A. v. Vegesack, Zeitschr. f. phys. Chem. **60**. 507. 1907.
[2] H. Brand, a. a. O. p. 699 u. 687.

folgert Brand: „In dem Steigen der Entmischungstemperatur bei zunehmendem Gehalt an Cadmiumchlorid ist die Annahme begründet, daß sich auch das Cadmiumchlorid an der Bildung der Mischkristalle beteiligt." Dabei wäre es nicht unbedingt erforderlich, daß die Konzentration der dritten Komponente in den Mischkristallen eine experimentell bestimmbare Grenze überhaupt erreicht.

II. Für den zweiten Weg, den ich für die Interpretation der Versuchsergebnisse eingeschlagen habe, veranschaulicht Fig. 2 die Gleichgewichtszustände bei verschiedenen Temperaturen. Er besagt: wenn im ternären System die Kurve m v bei der Temperatur T_m beginnt, so daß nur oberhalb T_m die Mischkristalle (B C) in lückenloser Reihe möglich sind, so muß auch im binären System B—C für stabile Gleichgewichtszustände die Entmischung bei dieser Temperatur einsetzen. Wenn nun im binären System Kaliumchlorid—Natriumchlorid Entmischungen erst unterhalb etwa 375° ermittelt werden konnten, so muß dies auf Überschreitung der kritischen Entmischungstemperatur T_m zurückgeführt werden, eine Erscheinung, die bei Mischkristallen häufig zu beobachten ist. Die Mischkristalle (K, Na)Cl wären dann auch im binären System unterhalb T_m nicht mehr in einem Zustand stabilen Gleichgewichtes, sie müssen hier als unterkühlte Mischkristalle angesehen werden.

Daß im System Kaliumchlorid—Natriumchlorid tatsächlich Überschreitungen der Entmischungstemperatur vorliegen, und daß der Existenzbereich der Mischkristalle bedeutend kleiner ist, als durch alle bisherigen Messungen ermittelt worden ist, konnte R. Nacken [1] inzwischen nachweisen. Durch isotherme Erhitzung von längerer Dauer suchte er die bei verschiedenen Temperaturen stabilen Mischkristalle herzustellen. Er fand dabei, daß nur oberhalb 500° eine kontinuierliche Reihe von Mischkristallen bestandfähig ist.

Die Auffassung von Nacken geht dann allerdings dahin, daß diese von ihm ermittelte Maximaltemperatur für heterogene Systeme aus zwei gesättigten Mischkristallen der Reihe (K, Na)Cl tatsächlich auch die kritische Entmischungstemperatur der Mischkristalle (K, Na)Cl in den ternären Systemen ist, und daß demzufolge das Auftreten zweier Mischkristallphasen oberhalb 500° auch bei Gegenwart des dritten Chlorides nicht stabilen Verhältnissen entsprechen kann. Aber diesem Einwand ist entgegenzuhalten, daß auch bei Anerkennung der kritischen Temperatur 500° die in den ternären Systemen beobachteten Erscheinungen stabile Gleichgewichtszustände darstellen können, sofern man nur berücksichtigt, daß die weitere Erhöhung der Entmischungstemperatur bis auf etwa 600°,

[1] R. Nacken, Sitzungsber. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1918. 192.

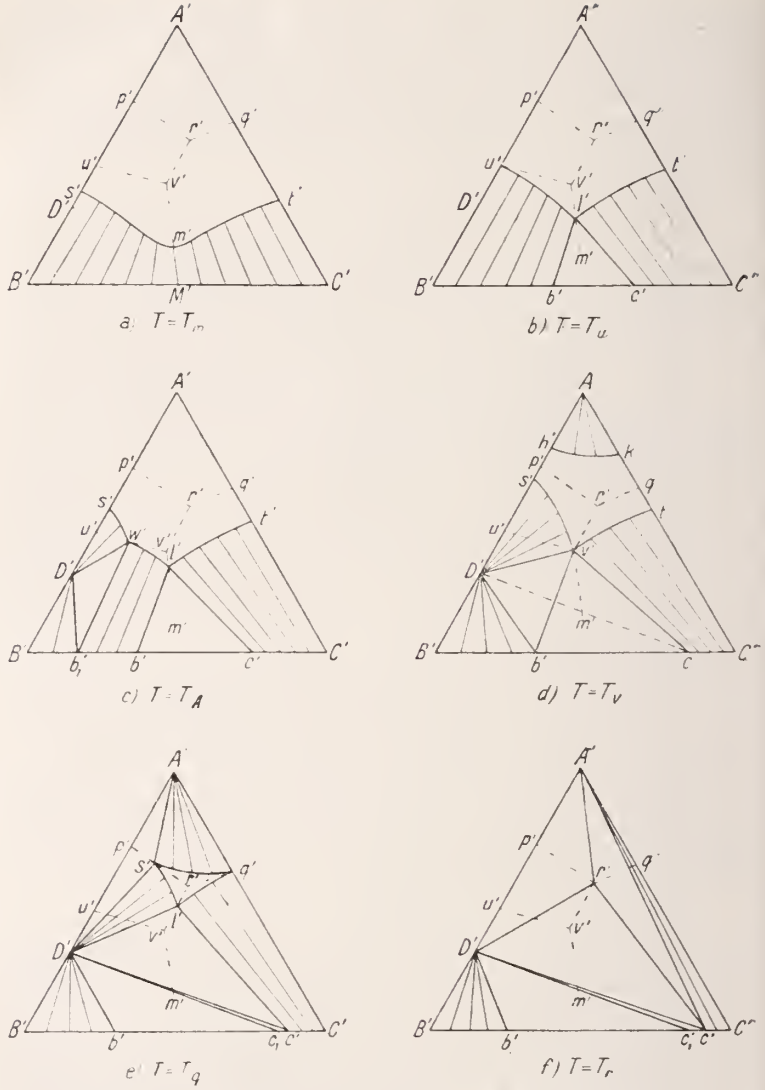


Fig. 2. Ableitung der Gleichgewichte mit Hilfe der ζ-Funktion.

wie sie H. Brand, H. Gemsky, K. Treis und ich übeinstimmend beobachtet haben, durch eine geringe ternäre Mischbarkeit gemäß Fall I bedingt sein kann.

Die vorstehenden Ausführungen sollen somit vor allem dartun, daß bei der Aufklärung des Kristallisationsverlaufs das Ergebnis

der experimentellen Prüfung allein das entscheidende letzte Wort sprechen darf. Der Einfluß des jeweiligen dritten Stoffes auf die Mischkristalle (K, Na)Cl kann nämlich die verschiedensten Möglichkeiten bedingen. So hat die Untersuchung der Systeme aus Kaliumchlorid, Natriumchlorid und dem Chlorid von Cadmium, Barium oder Blei als dritter Komponente ergeben, daß der von E. Jänecke geforderte Typus nicht auftritt; durch die Erforschung des Systems $CaCl_2$—KCl—NaCl hat aber K. Scholich[1] jüngst auch ein Beispiel für Jänecke's Dreistoffsystem mit drei Bodenkörpern besonderer Art erbringen können.

Berlin, Min.-petrogr. Institut der Universität, 1919.

Nachtrag zu meinem Aufsatz: „Über die Funken und den Geruch beim Aneinanderschlagen von Mineralien."

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Ch. de Morlot fand in den neolithischen Pfahlbauten von Wangen bei Konstanz und von Robenhausen bei Zürich Schwefelkiesknollen und betrachtete sie als Mittel zur Feuergewinnung. Daraufhin deuteten in ähnlicher Weise E. Dupont und E. Lartet die Pyritkonkretionen der renntierzeitlichen, also paläolithischen Höhlenschichten des „Tron du Chaleux" an der Lesse (Belgien) und der „Grotte des Eyzies" an der Vézère (Dordogne).

Man findet diese Angaben in M. Hoernes „Natur- und Urgeschichte des Menschen", 14. Lieferung, p. 8; Herr Kollege Wüst machte mich hierauf gütigst aufmerksam.

Somit ist die Verwendung von Schwefelkies zur Feuerbereitung auch für die ältere (diluviale) Steinzeit wahrscheinlich gemacht.

Nach Parker Snow (Off Tierra del Fuego. 2. p. 360, London 1857, zitiert nach O. Peschel's Völkerkunde, 5. Aufl. p. 148, Leipzig 1881) benutzen die Pescheräh auf Feuerland, wo ein hoher Wasserdampfgehalt der Luft den Gebrauch des Feuerquirls erschwert, den Eisenkies; unsere Vermutung, daß dieses Mineral mit Ratzel's „eisenhaltigen Kieseln" gemeint sein könne, bestätigt sich somit.

[1] K. Scholich, Ternäre Systeme aus Kaliumchlorid, Natriumchlorid und den Chloriden zweiwertiger Metalle wird im N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLIII erscheinen.

Über Gerölle mit Eindrücken.

Von **Paul Kessler** (z. Z. Tübingen).

Die sogenannten „Gerölle mit Eindrücken“ kommen weit häufiger vor, als meist angenommen wird. Eine Zusammenstellung einiger Vorkommen findet man bei Daubrée [1], bei Rosenbusch [2] und bei Noeggeratz [3]. Außer den dort erwähnten Stellen vermag ich noch anzuführen: Rotliegendes von Saarbrücken [4], Hauptkonglomerat des Buntsandsteins bei Zabern, Buntsandsteinkonglomerat von Chase Cannock [5], Eocän von Portofino [6], Oligocän von Bourogne, Méziré [7], vom Bast-Berg und Odratzheimer Horn im Unter-Elsaß [8], weitere verschiedene Stellen aus der tertiären Nagelfluh der Schweiz (Läufelfingen, Rigi-Rotstock, Roggenkemsen bei Aarau, Zugerberg [6], Juranagelfluh vom Hohenhöwen [9], dem miocänen Tuffgang von Aichelberg bei Holzmaden [10] und schließlich alluviale Kiese des Rheins bei Straßburg. Ich bin überzeugt, daß bei näherem Nachforschen diese Liste sich nicht nur wesentlich erweitern ließe, sondern daß man wohl in allen Geröllablagerungen, die den noch zu erörternden Bedingungen entsprechen, Gerölle mit Eindrücken fände. Daß sie bisher meines Wissens nicht aus älteren als carbonischen Ablagerungen bekannt geworden sind, halte ich für reinen Zufall. Vielfach wird die Erscheinung, die in starker Ausprägung gewiß sehr auffallend ist, übersehen, wenn die Eindrücke weniger tief oder nur angedeutet sind.

Die Erklärung der auffallenden Erscheinung hat eine, wenn auch nicht große, so doch interessante Literatur erzeugt. Lortet [11] war der erste, der Gerölle mit Eindrücken aus der Nagelfluh von St. Saphorin bei Vévey und von Ruti beschrieben und zu erklären versucht hat. Wenn er sich auch nicht völlig klar über eine Deutung ist — er nimmt allerhand Möglichkeiten, auch elektrische Vorgänge an —, so neigt er doch am meisten der Erklärung zu,

[1] Études synthétiques de géologie expérimentale. 1879. p. 382.

[2] Elemente der Gesteinslehre. 1898. p. 374.

[3] Die Gerölle oder Geschiebe mit Eindrücken von solchen. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1853. p. 667 ff.

[4] Ch. E. Weiss, Erl. zu Bl. Heusweiler. p. 12.

[5] Mellard Reade, Geol. Mag. New ser. Dec. IV. 2. 1895.

[6] Stücke der Universitätssammlung Straßburg.

[7] Delbos und Köchlin-Schlumberger, Description Geologique et Mineralogique du Dep. du Haut-Rhin. 2. p. 50.

[8] Kessler, Die tertiären Küstenkonglomerate in der mittelrhein. Tiefebene. Mitt. Geol. Landesanst. Elsaß-Lothringen. 1909. 7. p. 200 u. 205.

[9] Stücke der Universitätssammlung Tübingen.

[10] Branco, Schwabens 125 Vulkan-Embryonen. p. 347.

[11] N. Jahrb. f. Min. etc. 1836. p. 196 u. 339.

daß das Gestein durch Wärme erweicht, und dann ein Stein in den andern hineingedrückt worden sei. Erweichung unter Einfluß von Wärme bezw. heißem Wasser nehmen auch an M. Favre [1] und Hébert [2].

Eine ähnliche Hypothese stellt auch Paillette [3] auf, nur bringen nach ihm kali- und natronhaltige Wasser, die er aus überlagernden feldpathaltigen Gesteinen herleitet, die Erweichung zustande. Kleinere Vertiefungen mit rauher Oberfläche führt er auf ausschabende Bewegung innerhalb der noch nicht verfestigten Geröllmassen zurück. Vorsichtiger drückt sich Andreae [4] bei Besprechung der Gerölle vom Letzen-Berg bei Türkheim (Ober-Elsaß) aus, wenn er sagt, „daß es den Anschein gewinnt, als ob das eine Gerölle hart, das andere mehr oder minder weich gewesen sei".

Die Annahme, daß die Erscheinung auf mechanische Vorgänge zurückzuführen sei, würde häufiger anscheinend dadurch bestätigt, daß man Gerölle fand, die von dem Eindruck strahlenförmig ausgehende Risse zeigten. Weit häufiger kommen aber Gerölle mit Eindrücken vor, die sonst durchaus unversehrt sind. Gerade bei denen vom Letzen-Berg, die die tiefsten mir bekannten Eindrücke aufweisen, habe ich niemals Risse bemerkt. Umgekehrt kommen häufig in Konglomeraten stark geborstene Gerölle vor, die keine Spur von Eindrücken aufweisen. Noch 1895 benutzte Gresley [5] ein übrigens lose gefundenes verschlepptes Gerölle, das gleichzeitig Eindruck und Risse aufwies, dazu, die rein mechanische Entstehung zu verfechten, und noch heute behandeln die meisten Lehrbücher der Allgemeinen Geologie Gerölle mit Eindrücken und geborstene Gerölle in demselben Abschnitt.

Nach Kayser [6] soll wohl als erster Sorby auf chemische Ursachen hingewiesen und Lösung angenommen haben. Die Stelle ist mir ebensowenig bekannt, wie eine frühere Äußerung Daubrée's [7] in demselben Sinne. Später [8] hat Daubrée den Gegenstand ausführlicher besprochen und durch Versuche erläutert. Setzte er sich berührende Kalkgerölle in angesäuertes Wasser, so erhielt er das Gegenteil der beabsichtigten Wirkung. An den Berührungsstellen zeigten die Gerölle keine Vertiefungen, sondern Erhöhungen, da hier der sonst fortgeführte Kalk stehengeblieben war. Eine ähnliche Erfahrung hatten schon früher Delbos und Köchlin-Schlum-

[1] Bull. soc. géol. France. 1849. p. 44.
[2] Ebenda. p. 42.
[3] Bull. soc. géol. France. 1849. p. 42.
[4] Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiär. Abh. Geol. Landesanst. Elsaß-Lothringen. 2. 1884. p. 309.
[5] Geol. Mag. New ser. Dec. IV. 2. 1895. p. 341.
[6] Allgemeine Geologie. Aufl. 1918. p. 682.
[7] Vgl. Paillette, a. a. O.
[8] Études synthétiques. p. 382.

BERGER[1] gemacht, als sie unter 100 kg Druck ein Jaspisgerölle auf einen harten Kalkstein gesetzt und das Ganze dann in ein schwach saueres Bad gebracht hatten. Zu ihren Versuchen veranlaßt waren die beiden Forscher durch die Beobachtungen, die sie sowohl an den vorwiegend aus Jurakalken zusammengesetzten tertiären Konglomeraten des Ober-Elsaß und von Bourogne und Méziré gemacht hatten, wie auch an den meist aus Quarziten und Quarzen bestehenden Buntsandsteinkonglomeraten von Gebweiler[2] und Bühl[3]. Sie hatten die Vermutung, daß, wenn zwei Gerölle unter hohem Druck sich berühren, das härtere vielleicht einen Teil der Oberfläche des anderen zu Staub zerreiben und so der auflösenden Kraft des zirkulierenden Wassers mit seinen lösenden Beimengungen bessere Angriffspunkte geben könne. Ihr Versuch zur Bestätigung ihrer Vermutung, daß es im wesentlichen ein chemischer Vorgang sei, der die Vertiefungen hervorrufe, konnte ebensowenig wie der erste Versuch von DAUBRÉE Erfolg haben, da ein wichtiger Umstand übersehen war, den aufzufinden DAUBRÉE's Verdienst ist. Ihm gelang nämlich das Experiment, wenn er nicht die ganze Masse in die lösende Flüssigkeit brachte, sondern schwach angesäuertes Wasser nur langsam über die Gerölle tropfen ließ. An den Berührungsstellen wurde die lösende Flüssigkeit kapillar festgehalten und konnte hier ihre Wirkung so stark ausüben, daß der gewünschte Erfolg eintrat. So war der Beweis erbracht, daß auch in der Natur, falls es sich wirklich nur um chemische Vorgänge handelt, die Gerölle mit Eindrücken nur dann entstehen können, wenn sie in einer nicht mit Flüssigkeit, sondern mit Luft erfüllten Schicht liegen, in der nur sehr wenig Wasser zirkuliert. Aber noch häufiger tauchte in der Literatur der Gedanke auf, daß die Eindrücke nicht auf die von DAUBRÉE angegebene Weise zustande kämen, sondern durch mechanische Wirkung. GRESLEY habe ich bereits oben erwähnt. Interessant ist die Entgegnung, die MELLARD READ[4], ein Anhänger der Theorie über die chemische Entstehung der Gerölle mit Eindrücken, ihm gab, teils weil seine Beweise schlagend sind, teils weil er noch manche für die Entstehung der Eindrücke wichtige Beobachtung mitteilte. Er führt aus, daß, wenn wirklich nur mechanische Einwirkung vorläge, sich doch die weggepreßte Masse irgendwo zeigen müßte, was nicht der Fall ist. Ferner ist der Stein mit Eindruck oft härter als der, der in den Eindruck paßt. Gerölle mit Eindrücken und Sprüngen sind nicht das Normale. Von sechs ihm vorliegenden Stücken zeigte nur ein einziges auch Risse. Für chemische Vorgänge spricht,

[1] Haut-Rhin. 1. p. 233.
[2] KÖCHLIN-SCHLUMBERGER, Bull. soc. géol. France. 2. XII. 1854. p. 87.
[3] Haut-Rhin, a. a. O.
[4] Geol. Mag. New ser. Dec. IV. 2. 1895.

daß im Innern der Eindrücke die sonst rote Farbe des Gesteins meist in hellgrau umgewandelt ist. Die von ihm beobachteten Gerölle hatten meist die Eindrücke nur auf einer Seite. Schließlich stellte er fest, daß in den meisten Löchern Kieselsäureablagerungen vorhanden sind und schließt daraus auf einen Wechsel von Lösung und Fällung.

Auch Delbos und Kochlin-Schlumberger war an den Buntsandsteingeröllen von Bühl diese Quarzabscheidung ebensowenig wie Daubrée überhaupt die Abscheidung von Quarz bezw. Kalk an Geröllen mit Eindrücken als häufige Erscheinung entgangen.

In seinen „Elementen der Gesteinslehre" erwähnt Rosenbusch (p. 375) die Daubrée'schen Versuche. Ihm ist bekannt, daß stets (eine Ausnahme hat Tornquist[1] beobachtet) das Geröll mit dem kleinsten Krümmungsradius den Eindruck erzeugt, das mit dem größeren ihn empfängt. Die chemische Natur der Gerölle scheint ihm insofern ohne Einfluß, als Gerölle mit Eindrücken den verschiedensten Gesteinen angehören, Kalksteinen, Graniten, Quarziten usw. Wie sich allerdings diese Gerölle zueinander verhalten, wenn sie in einer Ablagerung zusammen vorkommen oder eines im anderen den Eindruck hervorgerufen hat, gibt er nicht an. Auch die Härte ist, nach ihm gleichgültig und kommt nur insofern in Betracht, als an harten Gesteinen die Eindrücke weniger tief zu sein pflegen (nun sind meist aber die härteren Gesteine auch die chemisch schwerer lösbaren; Delbos und Kochlin-Schlumberger geben aber auch von den sehr harten Geröllen des Buntsandstein-Hauptkonglomerats solche mit Eindrücken bis zu 5 mm Tiefe an). Wohl auf den bereits erwähnten Umstand hauptsächlich, daß an harten Gesteinen auch häufiger Sprünge von der Eindrucksstelle ausstrahlen, gründet Rosenbusch seine Anschauung, daß die Vorgänge in der Natur nicht mit dem Daubrée'schen Versuch übereinstimmen, sondern hier andere Ursachen zu suchen seien. Für solche spricht nach ihm auch die Verbreitung im gestörten Gebirge: so liegen z. B. in Vogesen und Schwarzwald die Vorkommen in der Nähe der Hauptverwerfungen.

Auch die von Tornquist näher beschriebenen Vorkommen in dem Hauptkonglomerat des Buntsandsteins von Lascemborn[2] liegen in einem stark zerrütteten Gebiet. Tornquist, der für die Entstehung durch chemische Lösung eintritt, schreibt dieser Zerrüttung ein stärkeres Zirkulieren von Wasser und damit stärkere Lösung von Kieselsäure zu, die sich an den Geröllen mit Eindrücken bemerkbar macht. Auf dieselbe Ursache ist es wohl überhaupt zurück-

[1] Beobachtungen an Geröllen im Hauptkonglomerat des Buntsandsteins von Lascemborn in Lothringen. v. Koenen-Festschrift. 1907.

[2] Beobachtungen an Geröllen im Hauptkonglomerat des Buntsandsteins von Lascemborn. v. Koenen-Festschrift 1907.

zuführen, wenn man Gerölle mit Eindrücken hauptsächlich an gestörten Stellen antrifft. So liegen auch die prächtigen Gerölle vom Letzen-Berg in einem stark gestörten Gebiet[1]. Die Nähe der Störung wird sich aber an den Geröllen in vielen Fällen nicht nur durch chemische, sondern auch durch mechanische Wirkungen äußern. So erklärt es sich leicht, daß Delbos und Köchlin-Schlumberger an vielen Geröllen von Bühl Rutschflächen beobachteten, und daß öfters Gerölle mit Eindrücken, auch die von Gresley, Rosenbusch und anderen erwähnten, radiale Sprünge zeigen. War einmal der Eindruck eines Gerölles im anderen durch chemische Vorgänge gebildet, so mußte, sobald beide Gerölle durch irgendwelche neu hinzukommenden Kräfte fester aneinandergepreßt wurden, notwendigerweise das Geröll mit dem kleineren Krümmungsradius in die Höhlung des mit dem größeren wie ein Keil eingreifen und ihn unter Umständen zersprengen. In unserem Falle wäre die neu hinzukommende Kraft entweder die Kraft der Verschiebung selbst, oder wahrscheinlicher käme der Druck dadurch zustande, daß durch die von der Verwerfung hervorgerufene Lockerung des Gefüges eine neue Verteilung des Druckes der überlagernden Gebirgsschichten stattfindet, wobei natürlich die beiden im Eindruck sich berührenden Gerölle besonders betroffen werden. Eine gewisse Bewegung in der ganzen Masse ist überhaupt nötig, damit tiefere Eindrücke entstehen können. Denn sobald die Höhlung so tief gefressen und der Abstand beider Steine so groß ist, daß das lösende Wasser nicht mehr kapillar festgehalten wird, muß die Lösung aufhören und unter Umständen sogar eine Abscheidung stattfinden. In der Tat findet man derartig fest verkittete eindrückende und eingedrückte Gerölle recht häufig. Auch Tornquist hat beobachtet, daß an dem Konglomerat von Lascemborn häufig die Eindrücke später wieder durch großkristallinen Quarz ausgefüllt sind, und es darauf zurückgeführt, daß die Gerölle nicht weiter ineinandergeschoben sind. Kläin[2] macht ebenfalls darauf aufmerksam, daß Druck mitgewirkt hat, da sonst die Gerölle nicht ineinandergeschoben seien. Der Druck braucht nun keineswegs groß gewesen zu sein. Bei noch nicht verfestigten oder irgendwie wieder gelockerten Ablagerungen genügt die eigene Schwere des Gerölls. Nicht ohne Bedeutung auch in dieser Beziehung scheinen mir Beobachtungen zu sein, die ich an den verschiedensten jungen Schottern, zuerst an alluvialen Rheinschottern oder wahrscheinlicher alluvial durch die Ill umgelagerten Rheinschottern (sie enthalten vorwiegend alpine Gesteine, liegen aber nahe der Ill) machen konnte. Die Geröll-

[1] Die von Tornquist a. a. O. gegebenen Abbildungen der Aufschlüsse am Letzen-Berg finden sich auch in der Mitteilung von van Werveke: Wie die Umgebung von Gebweiler entstanden ist. Mitteil. d. Philomath. Ges. Elsaß-Lothringen. 3. p. 58—70.

[2] Die Geologie der Umgebung von Colmar. 1914. p. 87 (u. p. 60).

ablagerungen sind in den Kiesgruben neben dem neuen Straßburger Friedhof zu Straßburg-Ruprechtsau aufgeschlossen. Daß sie ganz jung sind, ist durch das gelegentliche Vorkommen von Backsteingeröllen in den oberen Lagen erwiesen. Bedeckt ist die Geröllablagerung von einer an dieser Stelle meist etwa 30—50 cm mächtigen Schicht des sogen. Schlammsandes, eines feinkörnigen glimmerhaltigen graugelben Sandes mit ziemlich hohem Kalkgehalt. Schon in den oberen Lagen der Kiese kann man ziemlich häufig Gerölle finden, die kreisförmige, starke Anätzung zeigen. Gelegentlich steigert sich die Anätzung so, daß sie zum Eindruck wird. In der Tat entsprechen die Ätzstellen stets der Spitze eines an das Geröll anstoßenden anderen Gerölls. Häufig ist um die Ätzstelle kohlensaurer Kalk ringförmig ausgeschieden, häufiger ist die ganze Seite des Gerölls, die die Eindrücke zeigt, mit Kalk krustenförmig überzogen, so daß die Eindrücke aussehen wie Pockennarben in einer glatten Haut. Eindrücke wie Kalkkrusten zeigen sich fast stets nur auf der Unterseite der Gerölle. Auch Mellard Reade hatte schon das einseitige Auftreten der Eindrücke an seinen Buntsandsteingeröllen festgestellt, aber da er keine Beobachtungen an Ort und Stelle gemacht hatte, irrtümlich angenommen, es handle sich um die Oberseite. Daß sie in der Tat häufig nur an der Unterseite auftreten, konnte ich auch an Geröllen aus dem Hauptkonglomerat des Buntsandsteins von Zabern feststellen, wo auch die sekundären Quarzabscheidungen hauptsächlich an der Unterseite vorkommen. Die Ursache beider Erscheinungen scheint mir, wie ich auch durch Versuch[1] feststellen konnte, dieselbe zu sein. Über den Geröllagen liegt in vielen Fällen Sand. Solange keine Verfestigung eingetreten ist, wird der Sand bei jedem Regenguß und bei jeder anderen Durchfeuchtung der Ablagerung zwischen die Gerölle eingeschwemmt und sammelt sich naturgemäß auf ihrer Oberseite, während unter den Geröllen ein mehr oder minder großer Hohlraum bleibt. Von wesentlichem Einfluß ist dabei die Größe der Sandkörner. Gustav Weiss[2] gibt nach Atterberg die obere

[1] Zu dem Versuche benutzte ich Gerölle aus der Ruprechtsauer Kiesgrube, wobei ich auf das Vorhandensein möglichst vieler kalkhaltigen Rücksicht nahm. Die Gerölle wurden in ein unten mit feiner Öff ung versehenes Glasgefäß geschichtet und ziemlich entkalkter Schlammsand darüber gebracht. Sodann ließ ich mit etwas Salzsäure versetztes Wasser darüber tropfen. Die kalkigen Gerölle zeigten die erwarteten Ätzstellen. Der Versuch wurde öfters unterbrochen. Es zeigten sich bei dem Zusatz von Schwefelsäure auch die Gipsabscheidungen, genau wie in der Natur die Kalkabscheidungen, meist auf der Unterseite der Gerölle, da der Schlammsand ziemlich schnell zwischen die Gerölle eingeschwemmt wurde und auf ihrer Oberseite liegen blieb.

[2] Verwitterungserscheinungen an Buntsandsteinsedimenten. Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. 1916. p. 90.

Grenze der Kapillarität und des Wasserhaltungsvermögens bei 0,2 mm Korngröße an. Bei allen geringeren Korngrößen werden also auch bei nur tropfendem Wasser die Zwischenräume zwischen den einzelnen Sandkörnern völlig mit Wasser gefüllt. Sind die Körner größer, so wird das von oben einsickernde Wasser nur an den Berührungsstellen festgehalten, jedes Körnchen kann also einen Eindruck hinterlassen. Derartige angeraubte Gerölle findet man nicht allzu selten. Legt sich dagegen Sand von geringerer Korngröße auf die Gerölle auf, so können sich auf ihrer Oberseite keine Eindrücke bilden, da ja die Flüssigkeit die ganze Masse durchdringt, während auf der freien Unterseite sowohl die Eindrücke entstehen können, wie auch Kalk bezw. Quarz abgeschieden werden kann. Über die Bedingungen der Abscheidung spricht sich G. Weiss des näheren aus. Ich muß mich damit begnügen, auf seine Darstellung, die auch für das vorliegende Thema sehr Interessantes bietet, hinzuweisen. In vielen Fällen wird die Lösung an den Berührungsstellen der Abscheidung an den freien Stellen vorangegangen sein, in anderen hat es aber den Anschein, als ob Lösung und Fällung gleichzeitig stattfänden. Bei der Fällung spielt die Verdunstung [1] eine bedeutende Rolle. Sie wirkt natürlich an den freien Stellen stärker als an den Berührungsstellen. Dabei wird das kalk- bezw. kieselsäurehaltige Wasser von den Berührungsstellen an die freien Stellen hingezogen und kann dort den eben aufgenommenen Mineralgehalt wieder abscheiden. Ähnliches deutet auch Weiss [2] an.

Hängt das Verhältnis von Lösungs- zu Abscheidungsstellen mit der Verdunstung zusammen, so darf der ganze Vorgang sich nur in relativ hoher Lage, jedenfalls über dem Grundwasserspiegel, abspielen. Für die Entstehung sowohl der Eindrücke wie der Mineralabscheidungen kommt, wie ja auch schon aus den Daubrée'schen Versuchen hervorgeht, nur diese Lage in Betracht. Denn alle unter dem Grundwasserspiegel gelegenen Ablagerungen wird das Wasser, wenn es überhaupt Zutritt hat, in der Regel vollkommen erfüllen. Sowohl beim Fehlen des Wassers wie bei der Sättigung mit Wasser sind die Bedingungen für die Bildung der Eindrücke nicht vorhanden. Daraus geht hervor, daß man nicht, wie es z. B. auch Kayser in seinem bekannten Lehrbuch tut, (Tiefen-) Wärme und damit leichtere Löslichkeit annehmen darf. Auch Törnquist hat diese Annahme gemacht und als Bildungszeit der Eindrücke in den Geröllen von Lascemborn eine Zeit angenommen, in der unter etwa 1000 m Bedeckung die Temperatur höher gewesen sei und etwa 45° betragen haben könne. Vielmehr entstehen und entstanden die Eindrücke stets in der Nähe der Ober-

[1] Weiss, a. a. O. p. 91.

[2] a. a. O. p. 92.

fläche, und zwar ebenso wie die Kalk- bezw. Quarzabscheidungen in der Zementationszone. Daraus ergibt sich, daß in den meisten Fällen die Entstehungszeit der Eindrücke entweder dicht der Ablagerung der Gerölle gefolgt ist, oder, was wohl das häufigste ist, in die allerjüngste Zeit fällt. Nur ausnahmsweise werden Geröllagen, nach ihrer Ablagerung bereits zweimal, wie es nötig ist, wenn die Bildung der Eindrücke zwischen erstem und jetzigem Auftreten an der Oberfläche stattgefunden haben soll, in das bezeichnete Niveau gekommen sein, ohne der Vernichtung anheimgefallen zu sein. In manchen Fällen hat man aber Mittel zur Verfügung, die Bildungszeit der Eindrücke festzustellen. Bei dem Konglomerat von Lascemborn muß der Vorgang nach Eintreten der Verwerfungen und nach Herausragen über den Grundwasserspiegel stattgefunden haben. Mit andern Worten, er ist ganz jung. Anders beim Konglomerat des Letzen-Bergs. Dort sind in einzelnen Lagen die Gerölle gar nicht miteinander verbunden, in anderen sind sie zu einem sehr festen Gestein durch ein feinkörniges Bindemittel, das im wesentlichen aus Kalksandstein besteht, verkittet. Die Feinkörnigkeit des Bindemittels schließt aus, daß es schon zur Bildungszeit der prächtigen Eindrücke vorhanden war. Es kann also erst später von oben eingeschwemmt sein. Da nun verkittete mit unverkitteten Lagen wechseln, die Gerölle beider aber Eindrücke aufweisen, kann in die verkittete Bank der Sand nicht erst nach Abschluß der unverkitteten eingeschwemmt sein, vielmehr muß der Vorgang jedesmal unmittelbar nach Ablagerung der betreffenden Schicht stattgefunden haben. Das setzt aber einen steten Wechsel zwischen Hebung und Senkung (oder mindestens Stillstand der Bewegung) an der damaligen Küste voraus, wie wir ihn in der Tat aus anderen Gründen für das elsässische Oligocän annehmen müssen.

Wie in diesem Falle, so werden sich aus dem Auftreten von Geröllen mit Eindrücken wohl noch öfters weitergehende geologische Schlüsse ziehen lassen.

Zur Kenntnis der Stratigraphie und Paläogeographie des Amberger Kreidegebiets.

Von **Walther Klüpfel.**

Im östlichen Frankenjura setzen sich die letzten Juraablagerungen aus marinem Frankendolomit und thitonischen Plattenkalken zusammen. Das Fehlen jeglichen Sandgehalts in diesen Sedimenten deutet auf ein weit östlich gelegenes Ufer hin. Nach der ersten Heraushebung und der Einmuldung des Frankenjura, die mit

mannigfachen Störungen und mit Schiefstellung der Schichten, im Bereiche der Freihölzer Talsenke mit Staffelbrüchen und schmalen Horsten verbunden war. Bewegungen, welche jedenfalls noch ans Ende der Jurazeit fallen, setzte die Abtragung ein. Die auffallende Höhengleichheit der plateauartigen Bergrücken unter der turonen Tripelbedeckung deutet auf die Reste einer alten ausgedehnten Verebnungsfläche zur Zeit der Unterkreide hin. Auf diesen ersten ausgereiften Zyklus folgte ein zweiter, der wiederum durch eine Heraushebung eingeleitet wurde und ebenfalls von Störungen begleitet war. Es folgte die Zeit der Urtalbildung. Namentlich im Osten und Südosten bildeten sich teils durch tektonische Vorbildung, teils durch Erosion starke Vertiefungen heraus (Gümbel, Frankenjura, p. 604). Mit einer langsamen Senkung des Grundwasserspiegels zersägte die Erosion die aufsteigende Plateauniederung durch tiefeinschneidende, teils breite, teils schluchtige Täler. Das ganze Kalkgebiet des östlichen Frankenjura unterlag der Verkarstung und bot ein Bild ähnlich dem der Fränkischen Schweiz. Ein Gewirr von Kuppen, Stotzen und Dolinen begleitete die Täler. Stellenweise bildete sich eine Decke von Verwitterungslehm reich an Malmhornsteingeröllen. Am bedeutendsten war die von Verwerfungen durchzogene Freihölzer Urtalniederung, deren unregelmäßig gestaltete Sohle infolge der erwähnten Staffelbrüche und Horste neben Malm auch Dogger, Lias und Keuper zutage treten ließ. Sie besaß eine Breite von etwa 2—3 km. Das Urtalsystem ist uns unter starker Überdeckung noch heute in der Tiefe erhalten. Im Frühcenoman erfolgte ein kurzer, aber ausgedehnter Vorstoß des Meeres von Süden her in die Freihölzer Talung und in die Urtäler des Hirschwaldes, dann weiter nach Norden in die Auerbach-Hollfelder Mulde (Plankenfels, vgl. Koehne, Geol. Ges. 1907. p. 93 und Krumbeck, Mar. Z. p. 352). In den tieferen Teilen des Urtalsystems wurden fette grünliche Tone mit einer marinen Fauna von Gastropoden, Zweischalern und Echinodermen sedimentiert (der Spiegelletten der Bergleute z. T.). Nach dem Rückzug des Meeres erfolgte wieder eine Trockenlegung. Das Steigen des Wasserspiegels bezw. das Ertrinken der Urtäler im Grundwasser, die starke Einfuhr von Sandmassen wie auch das Aufsteigen von Eisenlösungen auf Spalten bei Beginn der Erzformation deutet auf eine weitere tektonische Bewegungsphase hin, welche eine weitere Hebung des östlichen Urgebirges wie auch des westlich sich anschließenden Frankenjura zur Folge gehabt haben muß. Ein annährendes, von späteren Dislokationen z. T. befreites Bild der Urlandschaft erhält man, wenn man die Tripelschicht als Horizontalfläche annimmt und die Juraoberfläche darauf bezieht. Nach dem Zurückpendeln des Meeres zeigten sich in den Urtälern zunächst Flüsse, welche den Hornsteinlehm und den marinen Ton z. T. auswuschen oder umlagerten, stellenweise auch

Hornsteinschotter bildeten. Durch die wohl hauptsächlich von dem hochgelegenen sandsteinreichen Osten und Nordosten (Dogger, Keuper) zuströmenden Bäche und Flüsse wurden Sande und Letten zugeführt, welche sich über dem unregelmäßig gestalteten Boden der Niederungen und Talungen absetzten und dieselben allmählich auffüllten. Zugleich erfolgte hauptsächlich an tektonischen Quellenlinien durch aufsteigende Eisenlösungen die Bildung der Erzlinsen. Der Weg der aufgestiegenen Quellen ist in der Tiefe durch metasomatische Veränderung des Kalks und Dolomits in Spateisen gekennzeichnet. Gegen oben schied sich bei Luftzutritt Brauneisen ab (Ocker- und Derberz). Nach und nach wurde das Gefälle schwächer und es kam zwischen den Sandablagerungen zur Bildung von Altwassern und seeartigen Anstauungen. Mächtige Butzen von Mattkohle mit Pyritknollen im weißen Sandstein der Erzformation (Haidweiher, Fürstenhof) zeugen von damaliger Vegetation. Gegen den ansteigenden Westen zu beschränkte sich die Sedimentation auf die Urtäler. Die Ablagerungen der Erzformation zeigen besonders im oberen Teil starke Verwitterungs- und Umlagerungserscheinungen, ferner mannigfache Zertalungen, so daß zweifellos am Ende der Erzformation wieder die Abtragung der meist lockeren Sedimente begann. Besonders im Gebiet der Freihölzer Senke scheint von Norden her innerhalb der Erzformation eine breite und tiefe Auswaschung erfolgt zu sein. In dieses Auswaschungstal trat von Süden her das Grünsandsteinmeer ein[1]. Die Sedimentation und Auffüllung vollzog sich in diesem Auswaschungstal über bezw. innerhalb der Erzformation und lehnte sich, im Südwesten einer alten Störungszone folgend, an diese bezw. an bloßgelegten Malmkalk an. Im Nordosten überflutete das Grünsandsteinmeer die Bildungen der Erzformation und erstreckte sich noch weit nach Osten. Jedenfalls bedeckte der feldspatreiche Grünsandstein besonders im Südosten noch einen größeren Teil des jetzigen ostbayrischen Grenzgebirges. Über dem eigentlichen, meist grobkörnigen Sandstein folgen feinkörnige Bänke und mächtige grünliche, sandige, z. T. glaukonitreiche Tone (Weiherzone: Krumbach—Engelsdorf—Paulsdorf—Holzhaus usw.).

Nach Auffüllung der Freihölzer Urtalniederung mit Grünsandstein transgredierte das obercenomane Meer besonders westlich und südwestlich über die bisherigen Ufer hinweg landeinwärts. Dabei bildete sich über der Unterlage (Erzformation und Kalk) allenthalben ein deutliches Konglomerat[2] aus grobem Quarzsand und

[1] Für einen damaligen tektonischen Einbruch der Freihölzer Senke liegt bisher keinerlei Beweis vor.

[2] Vgl. Gümbel, Ostbayrisches Grenzgebirge. p. 729, 703, 704 und Kohler, p. 13, 14. Auch der Haidweiher Goldocker mag hierhin gehören (Kohler, p. 38).

Geröllen von Derberz, Malmhornstein, Kieseln, grünlichem Letten- und fein- bis grobkörnigem Grünsandstein. Teils ist es locker und besteht aus Derberzsand oder Geröllerz, teils ist es — besonders wo es direkt über den Malmkalk oder Dolomit transgrediert — fest und kalkig (Plateau von Gaillohe—Köfering, Moos, Haidweiher usw.). Dieses Erzkonglomerat mit *Ostrea*, *Pecten*, und großen, von *Pholas* durchbohrten Schwammknollen, bis 1,20 m mächtig, wird überlagert von dunkelgrauen blättrigen Tonen und graugrünlichem sandigem Mergelschiefer mit aschgrauen knolligen Kalkbänkchen. (Zweischaler, namentlich *Exogyra*, *Vola*, *Dentalium*, *Belemnites*, Koprolithen.) Das Alter des Konglomerats und der hangenden, 1—3 m mächtigen Bildung gleicher Verbreitung ist noch nicht genügend fixiert.

Nach Ablagerung der Konglomeratschicht, welche noch Cenomanfossilien enthält und wohl konkordant dem Grünsandstein, dagegen diskordant der Erzformation und dem Malm aufliegt, scheint, nach der unregelmäßigen Oberfläche des Konglomerats und dem schroffen Sedimentwechsel zu schließen, ein Hiatus eingetreten zu sein. Es erfolgte wiederum eine allgemeine Transgression besonders nach Westen, welche die bisher noch anfragenden Kalkhöhen eindeckte. Zunächst setzte sich ein fossilführender, teils fetter grüner Ton, teils magerer feinkieseliger schiefriger Mergel ab (*Inoceramus labiatus*, *Exogyra*, *Cidaris*). Darüber folgt ein Wechsel von feinkieseligem Mergel und kieseligen Kalkbänken, welche sich später durch Auslaugung und Verkieselung zu Schwammflintstein (Gaisit), dem sog. Amberger Tripel, umbildeten. Die Mächtigkeit beträgt am Westrand der Freihölzer Senke 0,50—3,00 m und erreicht im Hirschwald 13 m. Diese Lagen entsprsechen Gümbel's Reinhausener Schichten der Gegend von Regensburg (Unterturon). Nach Ablagerung des Amberger Tripels, wohl in seichtem Wasser, mußte ein neuer Vorstoß des Meeres erfolgt sein. Über einer dünnen lettigen Umarbeitungs- und Geröllzone folgen mächtige homogenfeinkörnige gelbe, rötlichverwitternde Sande (ca. 20 m). Etwa 1 m über der Unterkante kommt darin eine meist verkieselte Sandsteinlage mit Exogyren vor (Haidweiher, Ebermannsdorf, Diebis usw.). Im Hirschwald, westlich Theuern, folgen über dem Tripel, der oben bereits Sandsteineinschlüsse enthält, teils kleinkonglomeratische Quarzsandsteine[1], durch Auslaugung grober Kalkkörner porig, teils grobe Konglomerate mit nuß- bis faustgroßen Geröllen und Brocken von Tripel, Kalk, Mergel, Letten, Sandstein, Derberz und kleinen Quarzkieseln. Dickschalige Fossilien (*Ostrea*, *Pecten*, *Astarte*) und angebohrte kalkige Schwammknollen sind häufig. Über diesem Knollensand wurde nicht anstehend beobachtet: dunkelgrüner, stark toniger Glaukonitsand und grauer feinkieseliger Mergel, Gesteine, welche vielleicht höheren Turonschichten angehören. Tripel und

[1] dem Hornsandstein von Regensburg entsprechend.

Knollensand, Gümbel's Winzerbergschichten, sind nur bis Amberg nachgewiesen und keilen nach Norden bald aus. Im übrigen sind hier höhere Kreideschichten nicht zur Beobachtung gekommen. Solchen begegnet man im Süden bei Regensburg und Bodenwöhr, im Norden bei Sulzbach, Auerbach, Betzenstein und Hollfeld. Bemerkenswert sind dort marine mitteltu rone Cardientone, welche sich vermutlich zwischen Erzformation und Veldensteiner Sandstein einschieben, sowie die oberstturonen Kalkreste von Betzenstein (vgl. Gümbel, Koehne, Kohler, Krumbeck). Nach dem Zurücktreten des Kreidemeers im Senon wurde unser Gebiet dauernd Festland. Die Ablagerungen fielen z. T. wieder der Abtragung zum Opfer. Ins Oligocän möchte ich die Hauptstörungsperiode verlegen. In diese Störungsphase fallen wohl in der Hauptsache die Oberpfälzer Hauptverwerfungen, für welche die Zeit zwischen Untersenon und Obermiocän zur Verfügung steht, z. B. die Amberger Verwerfungszone (wenigstens ein Teil der 2—4 Sprünge)[1], welche sich bei Amberg in zwei Äste gabelt, in die Krumbach—Höglinger Störungszone und in die Haidweiher Sprungzone. Letztere streicht, am Bahnübergang Moos von einem schmalen Grabeneinbruch begleitet, südlich der Station Hiltersdorf durch den Haidweiher in der Richtung Pittersberg und läßt sich vielleicht tief ins Bodenwöhrer Becken verfolgen. Diese Verwerfung, als Westufer des Grünsandsteins jedenfalls schon früher vorgebildet, läßt einen Teil der Alb einseitig nach Nordosten absinken und bringt turonen Knollensand und den Grünsandstein auf ein Niveau.

Nach der Hauptstörungsperiode im Oligocän und vor dem Obermiocän müssen z. B. im Gebiet der Freihölzer Talsenke in einem neuen Erosionszyklus durch alte Flüsse tiefgreifende Auswaschungen stattgefunden haben. Dafür haben sich mächtige Sand- und Lettenmassen abgelagert. An manchen Orten enthalten diese Bildungen grünen Glaukonitsand und Ton, d. h. umgeschwemmten Grünsandstein. Zu jener Zeit mögen auch die starken Umlagerungen der Kreide auf der Albhochfläche stattgefunden haben. Hier bildete sich der an Tripelbrocken und Sand reiche gelbrote Tripellehm, der im Süden von Amberg den größten Teil der Albüberdeckung ausmacht und die alten Terrassen unterlagert. Ins Obermiocän fallen Ton-, Sand- und Braunkohlenablagerungen, ferner Schichten von bunten, z. T. weinroten Tonen und plattig-lammellösen blauweißen und grauen Süßwasserquarziten mit *Planorbis* (z. B. Talhang westlich Wolfsbach ca. 150 m östlich Punkt 395). Ins Postmiocän fällt, wie die stark verworfene Braunkohle von

[1] An einem dieser Sprünge drangen lokal heiße Quellen empor, welche den Kalk stellenweise in Phosphat verwandelten. Oberflächliche Umlagerungsprodukte dieser Bildung sind schon längere Zeit vom Erzberg bekannt.

Högling beweist, eine weitere Störungsphase, deren Sprünge gleichsinnig mit allen früheren in der Richtung Nordwest—Südost verlaufen[1]. Zu den jüngeren Bildungen gehören Sande und Schotter der Terrassen[2] und Talsohlen, welche in der Gegend von Amberg eine große Rolle spielen und stellenweise verkieselte Sandsteinblöcke „Kallmünzer" enthalten. Im Diluvium bildete sich, vielleicht Hand in Hand mit den Störungen, ein neues Talsystem heraus. Die Vils tiefte sich stark in den Kalk ein und zapfte das Becken der Freihölzer Talsenke, welches zeitweise von einem See eingenommen war, seitlich bei Haidweiher und Ebermannsdorf an. Die Urtäler im Vilsbereich wurden teilweise ausgewaschen und mit starkem Gehängeschutt angefüllt. Ganz jung sind unter anderem die Flugsande in der Freihölzer Talsenke. Sie enthalten schöne Windschliffe von Eisensandstein.

Über einige Korallen aus dem Eocän von Kosavin (Kroatien).

Von **Paul Oppenheim.**

Die Eocänfauna von Kosavin ist zuerst durch Frauscher in einer Fossilliste bekannt geworden[3]. Der Verfasser konnte augenscheinlich sehr reiche Materialien der k. k. geologischen Reichsanstalt benutzen, und es ist um so mehr zu bedauern, daß er zu einer monographischen Darstellung nicht gelangte, als das Material, über welches er verfügte, augenscheinlich teilweise recht eigenartig ist (so z. B. die Fülle der sonst im Eocän so seltenen *Nassa*- und *Buccinum*-Arten), und als sich allem Anscheine nach in der Liste eine ganze Reihe von Irrtümern vorfinden, die man wohl vermuten, aber infolge des Fehlens einer erschöpfenden Darstellung nicht verbessern kann. Diese Fauna von Kosavin ist dann in neuerer Zeit von ungarischer Seite wieder vorgenommen worden, leider aber wiederum ohne jegliche Benutzung der von Frauscher seinerzeit bestimmten Materialien[4]. Man würde dies nach dem ganz abweichenden Titel nicht glauben, es geht aber aus den näheren

[1] Möglicherweise ist daher der Höhenzug Schwarzenfeld—Amberg—Sulzbach usw. wenigstens in seiner heutigen Form postobermiocän: dasselbe gilt vielleicht von dem südlichen „Pfahl".

[2] Eine solche Terrasse bei 420 und 430 m NN. 50 und 60 m über der Vils mit Sand, grünlichem Letten und feldspatreichem Sandstein bildet weite Flächen im Süden von Amberg. Vgl. auch die Fensterbachterrasse am Heuweg und nordöstlich Paulsdorf mit großen Blöcken von Chalcedon.

[3] Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1884. p. 56.

[4] Dr. Victor Vogl, Die Fauna der eocänen Mergel im Vinodol in Kroatien. Mitt. aus dem Jahrb. d. k. ungarischen geol. Reichsanst. 20. p. 81—114. Taf. 4.

geographischen Angaben im Texte wie aus den gelegentlichen Bezugnahmen auf Frauscher in diesem zur Genüge hervor. Der Aufsatz Vogl's wurde von mir im Neuen Jahrbuch besprochen[1] und bei dieser Gelegenheit eine Reihe von Hinzufügungen und Zweifeln an einigen der Vogl'schen Bestimmungen gebracht. Dieses Referat hatte, soweit ich mich entsinne, die Folge, daß mir Herr Dr. Vogl im Jahre 1913[2] die von ihm etwas stiefmütterlich behandelten Korallenreste, zusammen mit einigen Mollusken von Kosavin, zusandte. Ich konnte nun unter den ersteren folgende Formen erkennen:

Stylophora contorta Leym.
— *distans* Leym.
Astrocoenia taurinensis Micht.
— cf. *expansa* d'Ach.
Pachygyra Savii d'Ach., ein kleines, aber typisches Stück dieser schon von Frauscher a. a. O. p. 61 als *P. Saurii* d'Arch. angegebenen Art[3].
Cycloseris cf. *patera* Menegh.

Dazu spärliche und nicht gerade glänzend erhaltene Reste von
Trochosmilia.
Rhabdophyllia und vielleicht
Trochoseris.

Das wichtigste unter diesen Anthozoenresten ist aber das Originalexemplar der Koralle, welche Vogl[4] als *Smilotrochus (?) eocaenicus* n. sp. beschrieben und abgebildet hat. Es stellte sich hier mit Bestimmtheit heraus, daß diese Form zusammenfällt mit der seit lange bekannten *Parasmilia acutecristata* Reuss sp., welche von Reuss[5] ursprünglich aus dem von ihm für jünger gehaltenen Eocän Nordwestungarns als *Trochocyathus* beschrieben wurde. Ich selbst habe diese Form später[6] auf Grund des Vorhandenseins von Traversen zu *Parasmilia* gestellt. Ich habe diese zumal in der Randregion entwickelten, aber immer spärlichen Gebilde auch jetzt an mehreren Stücken meiner Sammlung beobachtet, bin aber wegen

[1] 1914. I. p. 496—97.

[2] Die Besprechung wurde zwar erst Anfang 1914 gedruckt, aber schon 1913 niedergeschrieben.

[3] Wenn man „*Saurii*" auch wohl durch einen Druckfehler erklären kann, so läßt sich diese Deutung für die Verwechslung des Autornamens (d'Archiac statt d'Achiardi) nicht anwenden, da sie sich mehrfach wiederholt. Über den mehrfach angeführten Autor „Nobis" hat sich schon Bittner in einem Referate gelegentlich geäußert.

[4] a. a. O. p. 84. Taf. 4 Fig. 1 a—b.

[5] Obereocäne Korallen aus Ungarn. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. **61**. I. Wien 1870. p. 5. Taf. II Fig. 1.

[6] Über einige alttertiäre Formen der österreichisch-ungarischen Monarchie. Beitr. z. Paläontologie Österr.-Ungarns. **13**. 1901. p. 158 u. 213.

des zumal an dem von Vogl beschriebenen Stücke sehr deutlichen, aber auch nunmehr an einigen Exemplaren der Herzegowina zu konstatierenden Auftreten von Kronblättern hinsichtlich der generischen Stellung der Form etwas zweifelhaft geworden, obgleich es immerhin noch dahingestellt gelassen sein mag, ob man in diesen Gebilden, welche in der direkten Fortsetzung der großen, primären Septocostalien liegen, und nicht, wie die Theorie es verlangt, vor denjenigen der jüngeren Zyklen, wirkliche Pali zu erblicken hat, und nicht nur kronenblattartige Verstärkungen der Hauptsepten. Eine Achse dürfte in einzelnen Trabekeln vorhanden sein, aber sehr tief liegen, so daß sie in dem von Vogl etwas zu hoch angelegten Schnitte nicht getroffen wurde. Wie man sich indes auch hinsichtlich der generischen Beziehungen unserer Form stellen möge, jedenfalls entspricht sie artlich der in Ungarn, Venetien und der Herzegowina ziemlich verbreiteten Type, und es hat daher die von Vogl seinerzeit gewählte Bezeichnung der Synonymie anheimzufallen. Die Abbildung des *Smilotrochus? cocaenicus*, welche Vogl a. a. O. gibt, ist übrigens kaum erkennbar; so insbesondere die Fig. 1 a, die ein Profilbild der Type darstellen soll, aber viel zu flächenhaft gehalten ist.

Außer den hier geschilderten Formen gibt Fraupscher a. a. O. aus Kosavin noch an neben unbestimmten Arten von *Thecosmilia*, *Plocophyllia* und *Trochocyathus*- wie *Dendracis*-Formen an spezifisch bestimmbaren Typen *Heliastraea immersa* Reuss und *Goniastraea Cocchii* d'Ach.

Über einen Teil der Bestimmungen, welche Vogl a. a. O. an Echiniden und Mollusken aus Kosavin vorgenommen hat, habe ich mich, soweit ich sie für angreifbar halte, bereits in meinem Referat geäußert. Nachzutragen wäre hier noch das Folgende: Unter den mir 1913 übersandten Stücken befand sich eine Form, welche als *Natica parisiensis* d'Orb. etikettiert war, also als eine Art, welche der Autor[1] als sehr häufig von Kosavin angibt. Das mir übermittelte Stück erinnert allerdings ungemein an diese bekannte Type, ist aber von vornherein sehr wesentlich schlanker. An der Mündung fällt vor allen Dingen auf: ein sehr deutlicher, wenn auch leichter Ausguß an der vorderen Mündungsecke. Sodann zeigt sich bei näherer Betrachtung, daß ein Ampullinenband gänzlich fehlt, wenn auch eine mächtige Schwiele von der Columella aus weit über die Schale herübergreift und sich, wenn auch bedeutend verschmälert, nach der hinteren Mündungsecke hinzieht. Ich halte diese Form für eine Angehörige der Littorinensippe *Planaxis*, welche mehrere, teilweise noch nicht veröffentlichte Angehörige auch in Roncà besitzt (Museum f. Naturkunde in Berlin), und nenne sie *Planaxis naticiformis* n. sp.

[1] a. a. O. p. 95.

Weichselia Mantelli im nordöstlichen Venezuela.

Von **O. Schlagintweit**, Würzburg.

Das Mineralogisch-geologische Institut der Universität Rostock besitzt eine kleine Sammlung von Gesteinen und Fossilien, die Hermann Karsten in Venezuela gesammelt hat. Hierunter ist ein Stück dunkler, glimmerhaltiger Tonschiefer, mit einem Farnwedel-Bruchstück; Fundort Sta. Maria.

Auf den ersten Blick fiel mir die große Ähnlichkeit mit der in dem flözführenden Neocom Mittel- und Nord-Perus sehr häufigen *Weichselia Mantelli* Seward auf. Neumann[1] hat die ersten südamerikanischen Exemplare dieser europäischen Wealden-Pflanze eingehend beschrieben; sein Material stammt aus der Umgebung von Lima. Das venezolanische Stück stimmt in allen erkennbaren Einzelheiten mit Neumann's Darstellung überein. (Ein unmittelbarer Vergleich mit peruanischen Stücken kann zurzeit nicht durchgeführt werden.)

Im Berliner Geologisch-paläontologischen Museum liegen unter dem Karsten'schen Material weitere Exemplare dieser *Weichselia*. Sie sind in gleichartigem Gestein eingebettet und tragen die gleiche Fundortsbezeichnung wie das Rostocker Exemplar. Es sind z. T. vollständigere Stücke, doch ist das Rostocker im Erhaltungszustand eines der besten. Nach dem Berliner Material kommen bei Sta. Maria mit *Weichselia Mantelli* auch noch andere Pflanzenreste *(Equisetes?)* vergesellschaftet vor, wie mir solches aus Peru ebenfalls bekannt ist.

Das bisher unbeachtet gebliebene Vorkommen fossiler Pflanzen im nordöstlichen Venezuela ist — selbst bei einer gewissen Unsicherheit in der Beurteilung — nicht ohne Interesse.

Weichselia Mantelli war bisher aus Südamerika nur aus Peru bekannt. Das südlichste bis jetzt bekannt gewordene Vorkommen liegt nach Bravo[2] bei Vilca bei Moya, ungefähr $12^0 20'$ südl. Breite und 37^0 westl. von Greenw. Neumann's Fundorte liegen $20'$ weiter nördlich. Herr Geheimrat Prof. Dr. Steinmann und ich haben auf unserer peruanischen Reise *Weichselia Mantelli* fast durch den ganzen Norden Perus im unteren Neocom angetroffen. Nunmehr ist sie auch im Nordosten von Venezuela festgestellt. Sta. Maria liegt unter ungefähr $10^0 12'$ nördl. Breite und $63^0 37'$ westl. Länge.

Wenn auch eine Altersbestimmung, die sich lediglich auf *Weichselia Mantelli* gründet, nicht als absolut gesichert gelten

[1] R. Neumann, Beiträge zur Kenntnis der Kreideformation in Mittel-Peru. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIV. 1907.

[2] bei Dueñas, Recursos Minerales de Jauja y Huancayo. Boll. del Cuerpo de Ing. d. Minas del Perú. No. 35. Lima 1906. p. 109—110.

kann[1], so darf doch nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse angenommen werden, daß die Pflanzenschichten von Sta. Maria dem Neocom angehören, und es ergibt sich — auch aus dem Gesteinscharakter —, daß hier unterste Kreide in der gleichen Fazies entwickelt ist, die in Peru eine ausgedehnte Verbreitung besitzt. Ob sie, wie dort, so auch im nordöstlichen Venezuela abbauwürdige Kohlenflöze birgt, sei noch dahingestellt.

Sievers' Schilderung des Karibischen Gebirges[2] und seine Zusammenstellung in den Erläuterungen zu den Karten zur physikalischen Geographie von Venezuela[3] lassen deutlicher wie jene Karsten's die Ähnlichkeit der Sedimente der unteren Kreide mit denen Perus erkennen. Da jedoch Fossilien fehlen, so ist die untere Altersgrenze der schon von Sievers ins Neocom gestellten Folge von Sandsteinen, Quarziten und Tonschiefern nicht bekannt, und zwar in ganz Venezuela und Kolumbien.

Über das geologische Auftreten der Pflanzenschichten von Sta. Maria sind wir leider nur ungenügend unterrichtet. Dem Berglande von Sta. Maria verleihen mächtige dickbankige Kalke seine Eigenart. Nach Karsten's[4] Mitteilungen liegen an ihrer Basis Schieferkalke und Mergelkalke: nach Analogien mit der Entwicklung der Kreide weiter im Westen, sowie nach dem Wenigen, was Karsten an Fossilien mitteilt, ist so viel sicher, daß diese ganze in der Hauptsache kalkige Schichtenfolge mindestens das Apt und Gault umfaßt; hierfür sei auch ein in Berlin aufbewahrter und bisher nicht beachteter *Enallaster texanus* aus der Umgebung von Sta. Maria herangezogen. Sievers[5] rechnet die Kalke der Kalksteinkette zwischen Sta. Maria und Guanguana ebenfalls zur mittleren Kreide und parallelisiert sie mit seinem Capachokalk.

Aus den spärlichen Angaben, die sich bei Karsten[6] über die Pflanzenschichten von Sta. Maria finden, läßt sich nun allerdings nicht mit Bestimmtheit entnehmen, ob er sie für jünger oder älter hält, als die erwähnten Kalke, ob sie über oder unter diesen liegen.

[1] Auch sind die jüngeren bekannten *Weichselia*-Arten (z. B. im senonen Ryedalssandstein (vgl. Nathorst, Arch. d Ver. d. F. d. Nat. in Mecklenburg. **44**. 1891. p. 14 ff.) von den älteren Formen nur schwer zu unterscheiden.

[2] W. Sievers, Zweite Reise in Venezuela. Mitt. d. geogr. Ges. Hamburg. **12**. 1896.

[3] In Petermann's Geogr. Mitt. 1896. p. 126—127.

[4] H. Karsten, Beitrag zur Kenntnis der Gesteine des nördlichen Venezuela. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **2**. 1850. p. 348—349; — Géologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne etc. Berlin. 1886. p. 9 u. 18.

[5] W. Sievers, Zweite Reise in Venezuela. Mitt. d. geogr. Ges. Hamburg. **12**. 1896. p. 249 u. 276.

[6] 1850 p. 356; 1886 p. 10. Auf die rohe Übersichtskarte von 1850 berufe ich mich absichtlich nicht.

Karsten behandelt ja leider die einzelnen Schichtglieder mehr nach der Gesteinsbeschaffenheit wie nach dem geologischen Auftreten. Wenn er aber 1886 p. 10 unten schreibt, er habe von den Tonschiefern mit Glimmerblättchen und Pflanzenabdrücken von Sta. Maria bereits bei den Sandsteinen, die sie begleiten, gesprochen, so kann sich dies nur auf die glimmerhaltigen Sandsteine des Purgatorio (zwischen Sta. Maria und St. Augustin) etc. beziehen. Diese Sandsteine nun versetzt er in seine untere Abteilung der Kreide, also jedenfalls unter die dickbankigen Kalke, in denen die Guacharohöhle liegt; Kalke, die nach Sievers der mittleren Kreide (= Capachokalk) angehören. Ganz klar sieht man freilich nicht, wie Karsten die Sache aufgefaßt hat.

Fest steht jedoch nach Sievers' Schilderungen[1], daß die intensiv gefalteten Kalke des Berglandes von Sta. Maria von Sandsteinen und Tonschiefern unterlagert werden. Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß die von Karsten gesammelten Pflanzenschiefer aus dieser Unterlage der Kalke stammen. Fand er sie im Purgatorio, wofür die 1850 gebrauchte Bezeichnung „in der Montaña de Sta. Maria" sowie die Fassung von 1886 sprechen, so läßt sich aus Sievers' Angaben, besonders auch aus seinem Profil wenigstens so viel behaupten: das Pflanzenvorkommen liegt in Schichten, die antiklinal unter den dickbankigen Kalken auftauchen. Suchen wir es aber nach der von Karsten ebenfalls gebrauchten Bezeichnung „bei Sta. Maria" in der näheren Umgebung dieser Niederlassung, so ist erst recht anzunehmen, daß es aus dem Liegendkomplex der Kalke stammt.

Mit der Frage nach dem Alter der Pflanzenschichten von Sta. Maria hängt die nach dem Alter und dem geologischen Auftreten der Kohle von Araguita am Naricual (und damit vielleicht auch anderer Kohlenvorkommnisse, so Uchire am Chupaquire[2]) bis zu einem gewissen Grade zusammen. Doch läßt sich aus den bis jetzt vorliegenden Nachrichten noch nicht feststellen, ob beide dem gleichen oder zwei wesentlich verschiedenen Horizonten angehören. Karsten schreibt zwar 1850 p. 356: „In der Montaña de Sta. Maria und am Nariqual, der Steinkohle benachbart, enthält der graue Thonschiefer Glimmerblättchen und Abdrücke von Farrn-, Schilf- und Dikotylen-Blättern." Doch konnte ich in den Gesteinsproben vom Naricual keine Pflanzenreste finden, weder in Rostock noch in Berlin. Die lithologische Übereinstimmung ist allerdings groß. Sievers, der ebenfalls die Kohlenminen am Naricual besuchte, fand[3] nur „eine Anzahl von Pflanzenabdrücken, die aber auch keine Anhaltspunkte für die Altersbestimmung ergeben". Er stellt, mit

[1] 1896 p. 275—279 und das Profil in Petermann's Mitt.
[2] Karsten, 1850 p 354; 1886 p. 12.
[3] 1896 p. 286; vgl. auch p. 249.

gewissem Vorbehalt, die Naricualkohle in das sonst kohleführende Oberkreide-Tertiärsystem, das er mit seinem ebenfalls flözführenden Cerro de Oro-System des Westens parallelisiert. Er erwähnt jedoch, daß zwei englische Ingenieure[1] die Naricualkohle in die untere Kreide versetzen, „jedoch ohne sichere Beweise dafür anzuführen". Karsten[2] betont lediglich die Ähnlichkeit der Begleitgesteine mit Gesteinen seiner obersten Kreideabteilung, doch ist nicht ersichtlich, ob er sie damit auch für gleichalterig hält.

Nachdem Sievers, Hettner und Stille in Kolumbien und Venezuela Kohlen nur aus Oberkreide und Tertiär kennen, mag es müßig erscheinen, die Möglichkeit eines neocomen Alters der Naricualkohle überhaupt erörtern zu wollen. Indessen fehlt für Venezuela doch nicht jeder Hinweis, daß auch die untere Kreide, wie sie es nach dem Charakter ihrer Sedimente wohl sein könnte, möglicherweise flözführend wäre wie in Peru. Es scheint mir durchaus nicht sicher, daß „das System von Tonschiefern, Schiefertonen, blauen Kalksteinen und gelegentlichen Kohlenflözen" (bei Parapara) auf der Südseite der Serrania del Interior wirklich jünger ist, als die Kalke der Galera und der dortige Carora-Sandstein[3].

Auf der Südseite des Gebirges von Sta. Maria—St. Augustin, und zwar wiederum nahe beisammen mit untercretacischem Carora-Sandstein, traf Sievers[4] die gleiche Schichtfolge von schieferigen Sandsteinen, Tonschiefern etc. wieder. Er rechnet sie zur oberen Kreide, zu seinem Cerro de Oro-System, lediglich auf Grund äußerer Ähnlichkeiten. Doch gewinnt man aus seinen Schilderungen, will man nicht mit bedeutenden tektonischen Störungen rechnen, eher den Eindruck, als käme man beim Abstieg vom Gebirge in die Llanos, trotz des starken Faltenwurfes, im großen und ganzen allmählich in immer ältere Schichten. Diese Deutung steht allerdings im Widerspruch zu den Angaben Karsten's von dem Auftreten der „Polythalamienschichten" in jenen Gegenden[5], einer Schichtgruppe, die zweifellos jünger ist. Freilich gibt die Verknüpfung dieser „Polythalamienschichten" mit dunkelblauen Schieferkalken[6] wiederum zu Zweifeln Anlaß, da Karsten letztere mit Recht stets einem tiefen Kreidehorizont zurechnet.

[1] J. Roberts and A. Pears. The Guanta Railway, Harbour and Coal Company. Report. London. 1892.

[2] 1850 p. 353—354 und 1886 p. 10.

[3] Sievers, 1896 p. 209.

[4] a. a. O. p. 279.

[5] zuletzt 1886. p. 279.

[6] H. Karsten, Die geognostischen Verhältnisse der Ebenen Venezuelas. Karsten's Archiv für Mineralogie etc. **25**. 1853. p. 433: — Die geognostische Beschaffenheit der Gebirge der Provinz Caracas. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **14**. 1862. p. 285 u. Profil.

Es ist nun freilich sehr wohl möglich, daß die Pflanzenschichten von Sta. Maria und die Naricualkohle nicht gleich-, sondern recht verschiedenalterig sind. Ob die Pflanzenreste von beiden Orten wirklich miteinander übereinstimmen, wie nach Karsten's Ausdrucksweise vermutet werden muß, läßt sich nicht nachprüfen, da, wie schon erwähnt, weder die Rostocker noch die Berliner Gesteinsproben vom Naricual Pflanzenreste enthalten. Nur weil Karsten selbst diese beiden Vorkommnisse zusammenstellt und offenbar für gleichwertig hält, hat hier die Möglichkeit erwogen werden müssen, daß die Naricualkohle den Pflanzenschichten von Sta. Maria gleichalterig und somit untercretacisch sein könnte.

Eine letzte, unwahrscheinlich scheinende Möglichkeit ist die: Die Pflanzen von Sta. Maria stammen nicht aus dem Liegenden der Gaultkalke, sondern sind jünger; sie und die Naricualkohle gehören dem jüngeren Sandsteinkomplex an. Das unveränderte Fortbestehen von *Weichselia Mantelli* seit dem Neocom wäre dann, wenn auch keine außergewöhnliche, so doch eine ganz beachtenswerte Erscheinung. Für Sievers' Cerro de Oro-System ergäbe sich dann, daß mindestens Teile davon noch in die Kreide gehört.

Würzburg, im Februar 1919.

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. Bd. II. 13. 1919.

Die neue Lieferung, die trotz der sich immer mehr häufenden technischen Schwierigkeiten, wenn auch mit Verzögerung, herausgekommen ist, behandelt die Kalkzeolithe. Vorausgeschickt werden allgemeine Bemerkungen über die Zeolithe überhaupt, insbesondere über ihren Wassergehalt und ihre Wasserabgabe, Basenaustausch und Konstitution. Dann folgt die Besprechung der einzelnen Zeolithe; dem Chabasit sind hierbei nicht weniger als 50 Seiten gewidmet, entsprechend dem, was ich in der zusammenfassenden Besprechung (dies. Centralbl. 1919. p. 255) gesagt hatte. Der Verfasser dieser Monographie des Chabasit ist der unserer Wissenschaft durch einen frühzeitigen Tod entrissene M. Goldschlag (Wien). **R. Brauns.**

Personalia.

Ernannt: a.o. Prof. Dr. **F. Broili** zum Ordinarius für Paläontologie und Historische Geologie und zum Direktor der Paläontologischen Sammlung des bayrischen Staates in München. Durch diese Ernennung ist der Oppel-Zittel'sche Lehrstuhl für Paläontologie, welcher bis zum Jahre 1881 als Einziger im Deutschen Reiche bestand, wiederhergestellt worden; durch die Verbindung der Paläontologie mit der Historischen Geologie wird er in sachgemäßer Weise ausgebaut. — Prof. Dr. **H. Siedentopf**, Leiter der mikroskopischen Abteilung der Firma Karl Zeiß in Jena, zum außerordentlichen Professor für Mikroskopie an der philosophischen Fakultät der Universität Jena.

Gestorben: Oberbergrat Dr. **Richard Beck**, Professor an der Bergakademie Freiberg i. Sa., im Alter von 61 Jahren.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Graphische Ableitung der beiden optischen Achsen trikliner Kristalle aus den Auslöschungsrichtungen von fünf Flächen.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Mit einer Figurenbeilage.

I. Einleitung.

Die von A. Fresnel[1] gefundene Beziehung zwischen den zwei Polarisationsebenen einer Wellennormale und den beiden optischen Achsen nimmt für senkrechten Einfall homogener Strahlen gegen eine planparallele Kristallplatte bei gekreuzten Nicols eine besondere Form an. Diese läßt sich, wenn man die Nicolhauptschnitte in der Auslöschungslage der Platte als deren Auslöschungsebenen bezeichnet, folgendermaßen ausdrücken: Die zwei Auslöschungsebenen S und $\underline{S}$ halbieren die Winkel der beiden durch Plattennormale und je eine der optischen Achsen ϱ und $\underline{\varrho}$ gelegten Ebenen T und T'.

Als analytischen Ausdruck dieses Satzes findet man, wenn

$$S = (s_{11}\, s_{12}\, s_{13}),\quad \underline{S} = (s_{21}\, s_{22}\, s_{23}),\quad \varrho = [\varrho_{11}\, \varrho_{12}\, \varrho_{13}],\quad \underline{\varrho} = [\varrho_{21}\, \varrho_{22}\, \varrho_{23}],$$

$$\frac{s_{11}}{s_{13}} = s_{\mathrm{I}},\quad \frac{s_{12}}{s_{13}} = s_{\mathrm{II}},\quad \frac{s_{21}}{s_{23}} = \underline{s}_{\mathrm{I}},\quad \frac{s_{22}}{s_{23}} = \underline{s}_{\mathrm{II}},$$

$$\frac{\varrho_{11}}{\varrho_{13}} = \varrho_{\mathrm{I}},\quad \frac{\varrho_{12}}{\varrho_{13}} = \varrho_{\mathrm{II}},\quad \frac{\varrho_{21}}{\varrho_{23}} = \underline{\varrho}_{\mathrm{I}} \text{ und } \frac{\varrho_{22}}{\varrho_{23}} = \underline{\varrho}_{\mathrm{II}}$$

gesetzt wird,

$$\text{(I)} \quad \frac{s_{\mathrm{I}}\varrho_{\mathrm{I}} + s_{\mathrm{II}}\varrho_{\mathrm{II}} + 1}{\underline{s}_{\mathrm{I}}\varrho_{\mathrm{I}} + \underline{s}_{\mathrm{II}}\varrho_{\mathrm{II}} + 1} = -\frac{s_{\mathrm{I}}\underline{\varrho}_{\mathrm{I}} + s_{\mathrm{II}}\underline{\varrho}_{\mathrm{II}} + 1}{\underline{s}_{\mathrm{I}}\underline{\varrho}_{\mathrm{I}} + \underline{s}_{\mathrm{II}}\underline{\varrho}_{\mathrm{II}} + 1}.$$

Die Relation (I) veranlaßte A. Beer[2] zu dem Versuch, die vier unbekannten Indizes ϱ_{I}, ϱ_{II}, $\underline{\varrho}_{\mathrm{I}}$ und $\underline{\varrho}_{\mathrm{II}}$ der optischen Achsen ϱ und $\underline{\varrho}$ aus den Auslöschungsebenen S und $\underline{S}$ von vier Flächenstellungen F zu berechnen; es ergaben sich aber neun Achsenpaare statt eines einzigen.

Später zeigte Th. Liebisch[3], daß fünf Gleichungen (I) statt vier zur eindeutigen Lösung der Aufgabe notwendig und hinreichend sind.

[1] A. Fresnel, Poggend. Ann. 23. 541—543. 1831.
[2] A. Beer, ebenda. 91. 281—282. 1854.
[3] Th. Liebisch, N. Jahrb. f. Min. etc. 1886. I. 157—161.

Da die Ableitung der dreißig irrationalen Indizes von fünf Paaren empirisch ermittelter Auslöschungsebenen S und $\underline{S}$ sowie die Auflösung der Gleichungen (I) ziemlich zeitraubend ist, so wird das folgende graphische Verfahren, obwohl es naturgemäß weniger genaue Werte als der Kalkül liefert, außer methodischem Interesse vielleicht auch praktische Bedeutung besitzen. Dieses Verfahren beruht auf stereographischer Projektion und wird durch das Wulff'sche Netz erleichtert.

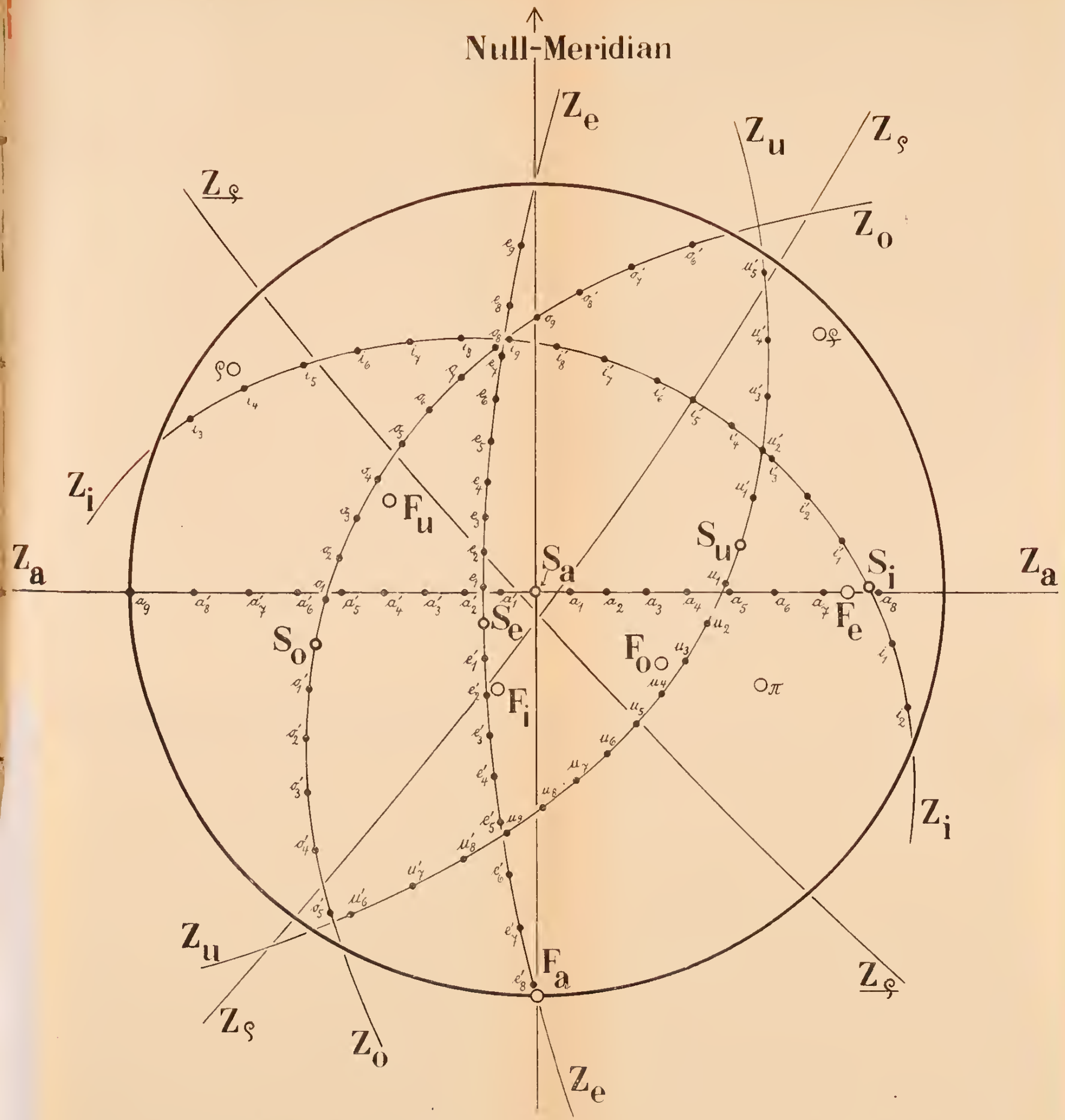
II. Stereographische Methode.

Zu jeder Fläche F gehören zwei auf ihr senkrechte Auslöschungsebenen S und $\underline{S}$; die beiden optischen Achsen ϱ und $\underline{\varrho}$ liegen nach Fresnel stets in zwei Ebenen T und T', die normal zu F und sowohl in bezug auf S als auch in bezug auf $\underline{S}$ symmetrisch gerichtet sind. Diese für T und T' geforderte Stellung eignet aber unendlich vielen Ebenenpaaren, nämlich T_1 und T_1', T_2 und T_2', ..., T_n und T_n'. Alle diese Ebenenpaare einschließlich der beiden Grenzfälle S und $\underline{S}$ bilden einen Büschel oder eine irrationale Zone, und eines derselben, etwa T_r und T_r', enthält die optischen Achsen ϱ und $\underline{\varrho}$.

Wir haben für jede von fünf beliebigen Flächen F_a, F_e, F_i, F_o und F_u irgendeine ihrer beiden Auslöschungsebenen S und $\underline{S}$ empirisch ermittelt und nennen dieselbe der Reihe nach S_a, S_e, S_i, S_o und S_u; die zugehörigen Ebenenpaare T und T' seien bezeichnet als a_1 und a_1', a_2 und a_2', ..., e_1 und e_1', e_2 und e_2', ..., i_1 und i_1', i_2 und i_2', ..., o_1 und o_1', o_2 und o_2', ..., u_1 und u_1', u_2 und u_2', ... Liegt nun die eine optische Achse, ϱ, in den fünf Ebenen a_l oder a_l', e_m oder e_m', i_n oder i_n', o_p oder o_p' und u_q oder u_q', so liegt die andere optische Achse, $\underline{\varrho}$, in den zu jenen fünf Ebenen in bezug auf S_a, S_e, S_i, S_o und S_u symmetrischen Ebenen a_l' oder a_l, e_m' oder e_m, i_n' oder i_n, o_p' oder o_p und u_q' oder u_q.

Wir projizieren jetzt stereographisch (Figur) auf eine beliebige Ebene[1] über dem Wulff'schen Netz den Zonenkreis der Ebenen a nebst S_a und ebenso die Zonenkreise der Ebenen e nebst S_e, i nebst S_i, o nebst S_o und u nebst S_u. Diese fünf Zonenkreise, deren Zonenpole offenbar identisch mit den Flächenpolen F_a, F_e, F_i, F_o und F_u sind, mögen Z_a, Z_e, Z_i, Z_o und Z_u heißen. Auf jedem dieser fünf Zonenkreise werden diejenigen Pole markiert, die von dem Pole S um 10^0, 20^0, ..., 90^0 entfernt sind, so daß beispielsweise $a_1 S_a = a_1' S_a = 10^0$, $a_2 S_a = a_2' S_a = 20^0$ etc. ist; indem wir zwischen diesen achtzehn Polen jedes Zonenkreises gradweise interpolieren, nennen wir z. B. die zwischen a_6 und a_7 be-

[1] Die Spezialisierung der Projektionsebene unserer Figur ist prinzipiell belanglos und wird auf p. 324 begründet werden.



A. Johnsen: Graphische Ableitung der beiden optischen Achsen trikliner Kristalle aus den Auslöschungsrichtungen von fünf Flächen.

findlichen Pole $a_{6,1}$, $a_{6,2}$, ..., $a_{6,9}$, da sie mit S_a Bogen von 61^0, 62^0, ..., 69^0 bilden. Demnach sind S_a und a_9, S_e und e_9, S_i und i_9, S_o und o_9, S_u und u_9 die Auslöschungsebenen der Flächen F_a, F_e, F_i, F_o, F_u; daher liegen beispielsweise a_1 und a_1', a_2 und a_2' etc. symmetrisch zueinander sowohl in bezug auf S_a als auch in bezug auf a_9.

Schneidet nun der zu dem Pole einer optischen Achse, ϱ, zugehörige Zonenkreis $Z\varrho$ die fünf Zonenkreise Z_a, Z_e, Z_i, Z_o und Z_u in den Polen a_l oder a_l', e_m oder e_m', i_n oder i_n', o_p oder o_p' und u_q oder u_q', so muß sich auch durch die zu jenen fünf Polen symmetrischen Pole a_l' oder a_l, e_m' oder e_m, i_n' oder i_n, o_p' oder o_p und u_q' oder u_q ein Großkreis legen lassen, den wir wegen dieser Eigenschaften als symmetrisch zu $Z\varrho$ bezeichnen; er stellt den Zonenkreis $\underline{Z\varrho}$ der optischen Achse $\underline{\varrho}$ dar. Hiermit haben wir ein Kriterium für den Pol einer optischen Achse $\underline{\varrho}$. Hieraufhin prüft man daher systematisch zunächst solche Punkte, deren geographische Länge und Breite ganzzahlige Multipla von 10^0 darstellen, wobei als Nullmeridian zweckmäßig der geradlinige Meridian des Wulf-schen Netzes betrachtet wird (Figur). Ist ein Pol gefunden, zu dessen Zonenkreis sich ein annähernd symmetrischer Großkreis ziehen läßt, so mustert man seine nähere Umgebung nach demjenigen Pole ϱ ab, der dieser Forderung möglichst genau entspricht: der zu seinem Zonenkreis $Z\varrho$ symmetrische Großkreis $\underline{Z\varrho}$ liefert den Zonenpol $\underline{\varrho}$, so daß ϱ und $\underline{\varrho}$ die gesuchten optischen Achsen sind.

In der beistehenden Figur geht der zu ϱ gehörende Zonenkreis $Z\varrho$ durch die fünf Flächenpole $a_{0,6}$, $e'_{1,8}$, i'_{5}, $o'_{1,6}$ und $u'_{4,8}$ und es läßt sich ihm ein symmetrischer Großkreis $\underline{Z\varrho}$ zuordnen, der infolge der unvermeidlichen Fehler durch die Pole $a'_{0,5}$, e_2, $i_{5,2}$, $o_{1,8}$ und $u_{1,9}$ verläuft; also ist dessen Pol $\underline{\varrho}$ die eine optische Achse, ϱ die andere. Würden wir außer den fünf in der Figur eingetragenen Zonenkreisen Z_a, Z_e, Z_i, Z_o und Z_u noch einen beliebigen andern, Z_j, konstruieren, so müßte auch dieser von jenen $Z\varrho$ und $\underline{Z\varrho}$ in zwei in bezug auf S_j (und j_9) symmetrischen Punkten j_r und j_r' oder j_r' und j_r geschnitten werden. Aus der Eindeutigkeit des Gleichungensystems von Liebisch[1] folgt nämlich, daß die in bezug auf fünf beliebige Zonenkreise symmetrischen Kreise $Z\varrho$ und $\underline{Z\varrho}$ auch in bezug auf die Gesamtheit der unendlich vielen andern Zonenkreise symmetrisch sind; aus demselben Grunde existiert nur ein einziges solches Kreispaar $Z\varrho$ und $\underline{Z\varrho}$ und sind dessen Pole ϱ und $\underline{\varrho}$ mit den optischen Achsen ident.

Fixieren wir statt ϱ oder $\underline{\varrho}$ irgend einen andern Pol, etwa π in der Figur, so läßt sich zu seinem Zonenkreis Z_π (nicht ab-

[1] Th. Liebisch, l. c.

gebildet) kein symmetrischer Großkreis $\underline{Z_7}$ konstruieren. Der Zonenkreis Z_7 geht durch a'_3, $e_{4,5}$, $i'_{7,8}$, $o'_{6,9}$ und $u'_{6,4}$; legt man nun durch die zu a_3' und $e'_{4,5}$ symmetrischen Pole a_3 und $e'_{4,5}$ einen Großkreis, so schneidet derselbe den Pol $i'_{4,4}$ statt $i_{7,8}$, $o'_{5,3}$ statt $o_{6,9}$ und u'_6 statt $u_{6,4}$. Die beiden Zonenkreise, die man aus π gewinnt, sind also nur in bezug auf zwei statt fünf Zonenkreise symmetrisch. Außer den unendlich vielen Polen von der Art π existieren unendlich viele Pole, die zu je dreien der fünf Zonenkreise Z_a bis Z_u symmetrische Kreispaare liefern. Endlich kann man neun Pole ausfindig machen, welche je zwei Kreise ergeben, die in bezug auf vier Zonenkreise, etwa Z_a, Z_e, Z_i und Z_o, symmetrisch verlaufen, so daß die neun Beer'schen Achsenpaare resultieren [1].

Die beiden optischen Achsenpole ϱ und $\underline{\varrho}$ haben noch eine weitere Eigentümlichkeit. Legt man durch ϱ einerseits und den Zonenpol F_a, F_e, F_i, F_o oder F_u, beispielsweise F_o, anderseits einen Großkreis, ϱF_o, und ebenso durch $\underline{\varrho}$ einerseits und F_o anderseits den Großkreis $\underline{\varrho} F_o$, so schneiden die beiden Großkreise ϱF_o und $\underline{\varrho} F_o$ den Zonenkreis Z_o in zwei in bezug auf S_o (und o_9) symmetrischen Punkten o_1 und o_1' oder o_1' und o_1. Da nämlich die Großkreisebenen ϱF_o und $\underline{\varrho} F_o$ offenbar durch die Normale der Fläche F_o und je eine optische Achse gehen, so muß ihr Winkel nach Fresnel von der Auslöschungsebene S_o (und o_9) halbiert werden. Damit diese Beziehung in der Figur deutlich hervortrete, ist einer der Pole S_a, S_e, S_i, S_o und S_u, nämlich S_a, in das Zentrum des Grundkreises gelegt; daher stellt der unterste Punkt desletzteren, F_a, den Pol des Zonenkreises Z_a dar. Weil nun die Großkreise ϱF_a und $\underline{\varrho} F_a$ den Zonenkreis Z_a symmetrisch in bezug auf S_a schneiden sollen und S_a auf dem Nullmeridian liegt, so müssen die Meridiane ϱF_a und $\underline{\varrho} F_a$ symmetrische Lage zum Nullmeridian besitzen. In der Tat hat von den beiden optischen Achsenpolen ϱ und $\underline{\varrho}$ der eine ebensoviel westliche Länge als der andere östliche Länge aufweist, nämlich 85^0.

Die Figur würde die in diesem Kapitel dargelegten Gesetzmäßigkeiten naturgemäß nicht zeigen, wenn die ihr zugrundgelegten Auslöschungsschiefen ϑ bestimmter Flächenstellungen F_a bis F_u nicht miteinander verträglich wären. Sie ist daher mittels empirischer Daten, und zwar solcher des Albit konstruiert worden; infolgedessen kann man ferner die graphisch ermittelten Richtungen ϱ und $\underline{\varrho}$ mit der bekannten Lage der optischen Achsen jenes Minerales vergleichen. Es ist $F_a = (100)$, $F_e = (010)$, $F_i = (001)$, $F_o = (021)$ und $F_u = (\bar{1}\bar{1}1)$. Die benutzten Auslöschungsschiefen $\vartheta_{100} = +15^0$, $\vartheta_{010} = +18^0$, $\vartheta_{001} = +4^0$, $\vartheta_{021} = +8^0$ und $\vartheta_{\bar{1}\bar{1}1} = +\frac{1}{2}^0$ be-

[1] A. Beer. l. c.

ziehen sich mit Ausnahme von ϑ_{010}, das auf die Spur von (001) bezogen ist, auf die Trace von (010) und sind einem von E. A. Wülfing[1] für Albit von Amelia Co (Virginia) konstruierten Diagramm entnommen. Der Winkel der optischen Achsen ϱ und $\underline{\varrho}$ sowie deren Einfallen gegen die Flächen $F_a = (100)$, $F_e = (010)$ und $F_i = (001)$ läßt sich aus der Projektion leicht ablesen, da deren Grundkreis den gleichen Durchmesser wie die üblichen Wulff'schen Netze, nämlich 20 cm, besitzt, so daß die Figur durchgepaust und auf solchem Netze gedreht werden kann.

In der folgenden Tabelle sind die graphisch ermittelten Größen mit den von F. Becke[2] am Albit von Amelia im Natriumlicht empirisch erhaltenen Werten verglichen.

Tabelle.

$\widehat{\varrho\,(100)}$	$\widehat{\varrho\,(010)}$	$\widehat{\varrho\,(001)}$	$\widehat{\varrho\,\underline{\varrho}}$	Autor
54° 5′	40° 30′	86° 27′	77° 39′	Becke
$53\frac{1}{2}$°	$41\frac{1}{2}$°	87°	78°	Johnsen
$\widehat{\underline{\varrho}\,(100)}$	$\widehat{\underline{\varrho}\,(010)}$	$\widehat{\underline{\varrho}\,(001)}$	—	Autor
48° 49′	42° 6′	68° 45′	—	Becke
$47\frac{1}{2}$°	43°	68°	—	Johnsen

III. Schluß.

Da aus den optischen Achsen ϱ und $\underline{\varrho}$ die Lage der drei optischen Symmetrieachsen folgt, so können nunmehr Platten oder Prismen geschliffen werden, welche die elastischen Hauptvektoren $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ ohne Konvergenzsysteme zu ermitteln gestatten. Man vermag also im parallelstrahligen Licht alle diejenigen Konstanten zu bestimmen, deren die heutige Theorie zur Ableitung von Reflexion, Brechung, Polarisation und Interferenz eines absorptionsfreien und inaktiven Kristalles bedarf. Hierin liegt die methodische Bedeutung der Gleichungen von Liebisch[3], auf denen unser graphisches Verfahren fußt. Dieses vereinfacht sich, wie jene Gleichungen leicht erkennen lassen, in hohem Grade beim Übergang zu monoklinen und rhombischen Kristallen.

[1] E. A. Wülfing in Rosenbusch-Wülfing, Mikrosk. Physiogr. d. petr. wicht. Mineralien. II. Taf. XIV. 1905.

[2] F. Becke, Min. Mitt. 19. 329. 1900.

[3] Th. Liebisch, l. c.

Der Krater von Sall auf Oesel.

Von Kriegsgeologe Prof. Dr. **v. Linstow,**
beim Koverm. No. 3, Ob.Ost, kommandiert zum Stab Ob.Ost — General beim Stabe — Abt. VIII.

Mit 3 Abbildungen.

Ziemlich in der Mitte der Insel Oesel, die politisch zu Livland gehört, befindet sich der Krater von Sall. Nähert man sich ihm von Süden her, also vom Gut Sall, an das er unmittelbar angrenzt, so gewahrt man zunächst eine Erhebung, die sich alsbald als ein geschlossener, kreisrunder Wall von etwa 6 m Höhe

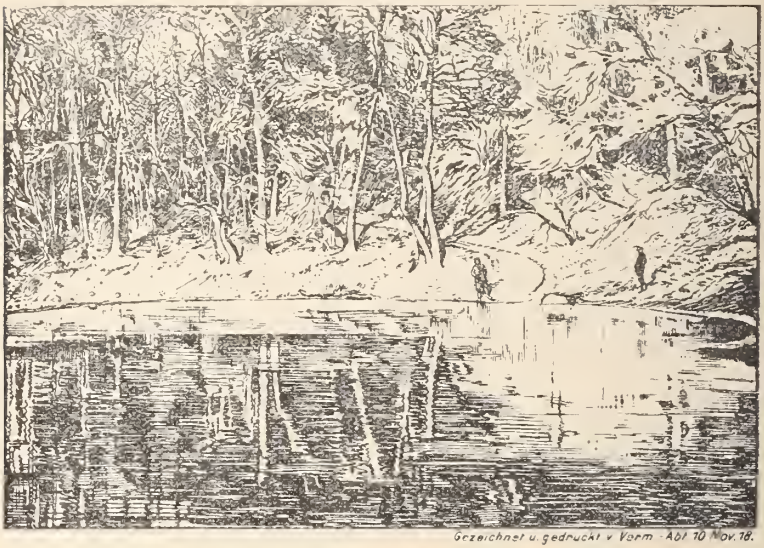


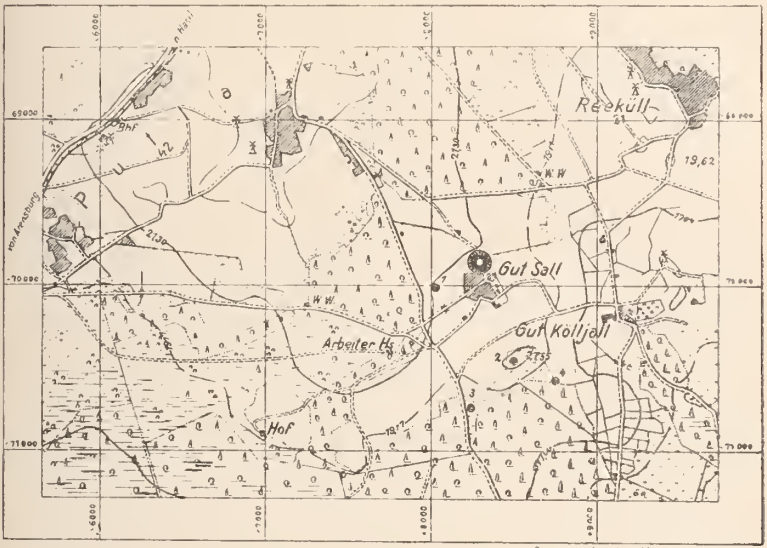
Abb. 1.

entpuppt. Er ist reich bewachsen mit einem dichten, z. T. über 150 Jahre alten Bestand von Laubwald, an dem sich Ahorn, Eschen, Ulmen usw. beteiligen; zu ihren Füßen gedeiht u. a. *Lilium martagon*. Durch einen künstlichen Einschnitt gelangt man in das Innere und ist nicht wenig erstaunt, vor einer gewaltigen trichterartigen Einsenkung zu stehen, in deren Mitte sich ein kleiner See befindet (Abb. 1). Einige Maße mögen die Größenverhältnisse veranschaulichen. Der Umfang des Walles, auf seiner Krone gemessen, beträgt 350 m, an seinem Fuß 150 m; die Tiefe des Kraters vom obersten Wallrand bis zum Spiegel des Sees macht etwa 16—17 m aus. Im Innern ragt aus dem Wasser Gesteinsschutt heraus; der

Eigentümer hatte versucht, inmitten des Teiches ein Denkmal zu errichten, das aber wiederholt eingesunken war.

Geologisch von größter Bedeutung ist die noch heute zu beobachtende Erscheinung, daß an den Rändern der kesselförmigen Einsenkung die hellen, dickbänkigen Kalksteinschichten deutlich kreisförmig und ziemlich gleichmäßig schräg nach oben gerichtet sind, und zwar beträgt die Neigung an der westlichen und nördlichen Seite des Trichters etwa 25°, im Süden und Osten dagegen 35—40°.

Der erste Eindruck, den man von dem „Krater" erhält, ist unbedingt der eines kleinen Maares: eine gewaltige Einsenkung,



Maßstab 1 : 87000. Abb. 2.

die mit Wasser erfüllt ist und von einem kreisrunden, ziemlich hohen und regelmäßig gebauten Wall umgeben wird. Aber was diese Erscheinung sofort von einem echten Maar unterscheidet: es fehlt jede Spur irgend eines vulkanischen Gesteines, der Wall und das Innere des Kraters bestehen ganz ausschließlich aus Kalksteinen und deren Trümmer und Brocken.

Außer diesem Hauptkrater befinden sich in dieser Gegend noch mehrere andere, die ungleich kleiner sind und vor allem den kranzförmigen Wall vermissen lassen. Sie sind auf dem beigefügten Kartenausschnitt des Meßtischblattes 14—16, Blatt Kölljall, mit No. 1—4 bezeichnet (Abb. 2).

No. 1 liegt westlich vom Hauptkrater, der kreisrunde Umfang beträgt 100 m, die Tiefe 2½ m. Zu einer Teichbildung ist es hier ebensowenig wie bei den übrigen Nebenkrateren gekommen. Der Innenrand ist durch eine Unsumme nordischer, archäischer Geschiebe von sehr großem Umfang verdeckt, die von den Feldern in diese Senke künstlich geschafft worden sind, so daß sich das Einfallen der Kalksteinschichten heute nicht mehr feststellen läßt. Der alte Akademiker F. Schmidt schreibt aber hierüber:

„In einer geraden Linie mit dem Krater [unser Hauptkrater] liegen nach Westen hin noch zwei kleinere Gruben, die seine Bildung wiederholen, nur zeigen sie keinen über die Ebene hervorragenden Rand; die dem Krater zunächst liegende Vertiefung [unser Nebenkrater No. 1] zeigt ebenfalls nach außen fallende Schichten und in ihrem Grunde einen sehr üppigen Graswuchs, als Zeichen, daß unterirdisches Wasser auf denselben einwirkt."

Also sind auch bei dem Nebenkrater No. 1 die Kalksteinbänke nach oben gerichtet, genau wie das bei dem Hauptkrater der Fall ist.

Die zweite von F. Schmidt erwähnte Grube liegt nördlich von dem südlichen Weg Putla—Sall, etwa da, wo die Buchstaben W.W. des Meßtischblattes stehen. Sie ist in die Karte nicht eingetragen, da es sich bei dieser Vertiefung vielleicht auch um einen künstlich angelegten Aufschluß handeln könnte.

Nebenkrater No. 2 — siehe Kartenausschnitt — hat einen Umfang von 150 m, ein Wall ist kaum angedeutet. Unmittelbar nördlich am Krater findet sich eine schwache Erhebung, als ob hier das ausgeworfene Material hingefallen wäre. Die Form der Senke ist elliptisch, der Rand verschüttet; die Tiefe beträgt 3—3½ m. Nebenkrater No. 3 stellt ein kreisrundes Loch von 4½ m Durchmesser und 1 m Tiefe dar. Der ebenfalls kreisrunde Nebenkrater No. 4 besitzt einen Umfang von 100 m und eine Tiefe von 4½ m. Bemerkenswerterweise versickert künstlich zugeführtes Wasser unmittelbar beim Eintritt in die Vertiefung, ein Zeichen, daß hier der Schichtenverband zerstört ist. Die innere Böschung ist verwachsen, die Durchbruchsstelle liegt etwas erhöht.

Bei mehreren anderen Vertiefungen ist ihre Zugehörigkeit zu den kraterartigen Erscheinungen durchaus zweifelhaft, sie sind daher ebenfalls nicht in die Karte eingetragen. So befindet sich etwa ½ km nordwestlich vom Hauptkrater eine ovale Vertiefung; eine kleinere beobachtet man wenige Meter südöstlich vom letzten Gebäude des Gutes Sall. Dagegen trägt der Teich beim Gute Kölljall unverkennbar die Spuren einer künstlich angelegten Ausschachtung, ebenso eine kleine Vertiefung daselbst am Hofe.

Der Hauptkrater, aus dessen See irgendwelche Gasblasen nicht aufsteigen, sowie Nebenkrater 1—4 befinden sich in einem ausgedehnten, recht ebenen Gebiet, ihre Höhenlage über dem mittleren

Spiegel des Baltischen Meeres (6 cm über N.N.) schwankt zwischen 17 und 21 m. Räumlich verteilen sie sich sämtlich auf eine Fläche, die kleiner ist als 1 qkm und sind in ihr ganz unregelmäßig verstreut; die größte Entfernung (Nebenkrater 1—4) beläuft sich auf 950 m. Der Hauptkrater sowie Nebenkrater No. 1 gehört zum Gute Sall (Rittergutsbesitzer Konrad v. Möller), die übrigen Nebenkratere zum Gute Kölljall (Rittergutsbesitzer Baron v. Buxhöwden).

Soweit die tatsächlichen Verhältnisse.

Hinsichtlich der Entstehung sind viele Möglichkeiten erörtert worden. Man hat angenommen, daß es sich um eine Art Erdfälle oder Dolinen handele, die tatsächlich auf Oesel gelegentlich zu beobachten sind, so bei Kiddemetz, Ochtias und Piddul. Dagegen spricht aber auf das entschiedenste die beim Hauptkrater und Nebenkrater No. 1 vorhandene Steilstellung der Kalksteinbänke nach oben, und es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß diese selbe Erscheinung sich durch Bloßlegen der inneren Steilränder auch bei den übrigen Nebenkrateren erweisen ließe. Auch vulkanische Prozesse scheiden vollkommen aus, denn, wie bereits erwähnt, finden sich nirgends Spuren vulkanischen Magmas, und auch die tieferen Schichten im Untergrund von Oesel bestehen, wie weiter unten gezeigt wird, bis zum Archaikum ausschließlich aus Gesteinen sedimentären Charakters.

Eine künstliche Ausschachtung erscheint bei der Ausdehnung vor allem des Hauptkraters gleichfalls vollkommen ausgeschlossen, auch sie würde die Aufbiegung der Schichten nicht erklären.

Der alte Akademiker Schmidt, der sich mit diesem Problem eingehender befaßt hat, hält es für möglich, daß vielleicht tonige Schichten im Untergrund Wasser aufgesaugt hätten und dadurch angeschwollen wären; der Einsturz sei dann durch Unterwaschung erfolgt. Man sieht, daß auch dieser Erklärungsversuch in keiner Weise befriedigen kann und das Gekünstelte an der Stirne trägt.

Ebenso unhaltbar ist die Zurückführung der kesselartigen Vertiefungen auf die erodierende Wirkung von Wasser. An unterirdischen Hohlräumen ist freilich kein Mangel. So versickert das Wasser vom Ochtias-See bei Kiddemetz in Spalten der Kalksteine, und ein Bach beim Dorf Kurisoo auf Dagö verliert sich in einer engen Höhle, aber diese Verhältnisse können niemals die Schaffung pfeifenartiger Hohlräume und die Auftreibung der verletzten Kalksteinschichten erklären. Das eine ist jedenfalls sicher, es muß eine Kraft gewesen sein, die von unten nach oben gewirkt hat, sonst wäre die kranzförmige Auftreibung der Kalksteine unbegreiflich. Daher bleibt nichts anderes übrig, als diese gesamten Erscheinungen auf eine Explosion von Gasen aus der Tiefe zurückzuführen. Um das zu verstehen, muß

etwas näher auf die geologischen Verhältnisse des gesamten Gebietes eingegangen werden.

Die Insel Oesel gehört wie das östlich sich anschließende Festland zur sogenannten baltisch-russischen Platte. Das Felsgerüst besteht aus söhlig oder fast söhlig gelagerten alt-paläozoischen Schichten, die etwa westöstlich streichen (genauer WNW—OSO) und generell ganz schwach nach Süden (SSW) zu einfallen. Dieses Einfallen macht 1 : 1000 bis 1 : 500 aus, d. h., die Schichten fallen 1—2 m auf 1 km. Man kann daher, wenn man z. B. Estland von Westen nach Osten oder in umgekehrter Richtung durchwandert, tagelang auf ein und demselben geologischen Horizont sich bewegen; durchquert man es aber von Norden nach Süden zu, so erreicht man allmählich immer jüngere geologische Stufen, die dachziegelartig aufeinander folgen. Dabei kommen an Formationen in unserem Gebiet, abgesehen von quartären Bildungen (vor allem spätglaziale *Yoldia*-Tone), ausschließlich Cambrium und Silur in Betracht, von denen das erstere anstehend an der Nordküste von Estland zu beobachten ist, aber unterirdisch gemäß dem eben geschilderten Verhalten nach Süden zu sich recht weit erstreckt. Im besonderen besteht Oesel ganz ausschließlich aus den beiden höchsten Stufen des Obersilurs, den unteren und oberen Oeseler Schichten, die wie das gesamte Silur des Baltikums fast ganz aus Kalken, seltener Dolomiten mit untergeordneten Einlagerungen von tonigen Mergeln bestehen. Die Verteilung beider Stufen ist derart, daß die unteren Oeseler Schichten etwa die nördlichen $\frac{2}{5}$, die oberen die südlichen $\frac{3}{5}$ der Insel einnehmen; die Kalksteine von Sall gehören bereits den oberen Oeseler Schichten an. Im Gegensatz dazu fehlen dem Cambrium des Baltikums Carbonatgesteine so gut wie vollständig; diese Formation baut sich in Estland auf aus bituminösen Tonschiefern (*Dictyonema*-Schiefer), hellen, mürben Sandsteinen mit Einschaltung dünner Phosphoritbänkchen (*Obolus*-Sandstein), recht mächtigen fetten blauen Tonen usw. Gerade dieser *Dictyonema*-Schiefer ist es, der unser besonderes Interesse erregt, denn er führt 19—22 % Bitumen (2,5—5 % Öle) sowie bis zu 190 cbm Gas in 1 t. Zwar ist der mergelige Brandschiefer von Kuckers im Untersilur erheblich reicher an Ölen und Gas, aber er ist im wesentlichen auf das östliche Estland (Gegend von Wesenberg und Jewe) beschränkt; nach Westen zu keilt er bald aus oder ist wegen seiner Geringmächtigkeit ohne Bedeutung. Dagegen schwillt nach Kupffer[1] der *Dictyonema*-Schiefer Estlands in westlicher Richtung an, wie aus folgender, geographisch angeordneter Tabelle hervorgeht:

[1] A. Kupffer, Über die chemische Konstitution der baltisch-silurischen Schichten. Arch. f. d. Naturk. Liv-, Esth- u. Kurlands. I. Ser. V. Dorpat 1870. p. 69—194. Mit 2 Taf.

W					O
	Baltischport	Reval	Omika	Toila	Choudleigh
Mächtigkeit in m	4,8	3,4	1,8	1,7	1,0

Vor allem die geschlossene, weite Verbreitung sowie die Mächtigkeitszunahme des obercambrischen *Dictyonema*-Schiefers nach Westen und sein Reichtum an Gas veranlaßt uns, in ihm dasjenige Gestein zu sehen, aus dem sich in lang andauernder chemischer Umwandlung und Zersetzung Gase entwickeln konnten, die schließlich gleich einem Propfen das über ihnen liegende Kalkgewölbe durchschlugen und sich einen Weg an die Oberfläche bahnten.

Die Geologie erklärt uns auch, warum gerade etwa in der Gegend von Sall dieser Durchbruch erfolgen mußte.

Ganz allgemein liegen, wie erwähnt, die paläozoischen Schichten annähernd horizontal mit geringer Neigung nach Süden. Aber ein genaueres Studium der Lagerungsverhältnisse der obersilurischen Schichten auf Oesel hat ergeben, daß diese kleine, von Nordwesten nach Südosten streichende Falten bilden, deren höchster Sattel sich durch die Mitte der Insel zieht. Unter der First dieses Sattelkammes konnte daher am ehesten eine größere Ansammlung von Gas stattfinden, und zwar so lange, bis die Spannung den Druck der überlastenden und infolge der schwachen Aufbiegung in ihrem Widerstand geschwächten Kalksteinschichten überwand. Denn man kann wohl annehmen, daß die wiederholte Einschaltung von tonigen Mergelbänken zwischen den Kalksteinplatten, wie sie z. B. vorzüglich auf der Sworbe südlich von Kangatoma und Punga sowie bei Ohhesaar zu beobachten ist, die Gase nach oben hin luftdicht abschließt.

Bei der Frage, ob sämtliche Ausbruchsstellen auf einmal oder nacheinander entstanden sind, ist zu berücksichtigen, daß ihr Auftreten auf den verhältnismäßig engen Raum von noch nicht einem Geviertkilometer beschränkt ist. Die Gasmenge, die sich unterirdisch in Klüften der Kalksteine angesammelt hat, wird sich aber kaum innerhalb dieses Raumes auf einzelne verschiedene Gasblasen verteilt haben, da nicht einzusehen ist, durch welche Substanz diese seitlich luftdicht abgeschlossen sein sollten. Da sich trotzdem eine ganze Anzahl von Eruptionskanälen vorfindet, kann man nur annehmen, daß durch die bei der Entstehung des Hauptkraters stattgefundene gewaltige Erschütterung eine Lockerung des benachbarten Gebirges stattfand, die den ausbrechenden Gasen auch an anderen Stellen fast gleichzeitig den Austritt gestattete.

Die Tiefe, aus der das Gas stammt, läßt sich nicht genau, aber doch annähernd bestimmen.

Die Ausbruchsstelle bei Sall liegt, wie angeführt, im jüngsten Obersilur, in den oberen Oeseler Schichten, das Muttergestein des Gases ist aber, wie wir gesehen haben, der in größerer Tiefe darunter liegende *Dictyonema*-Schiefer des obersten Cambriums. Folglich entspricht die Tiefe des Herdes der Gesamtmächtigkeit von Ober- und Untersilur. Es ist nun überaus schwierig, wenn nicht unmöglich, die genauen Mächtigkeiten der zahlreichen Stufen von Ober- und Untersilur für die Gegend von Sall zu bestimmen, da keine tiefreichenden Aufschlüsse vorhanden sind und die einzelnen Horizonte im Baltikum zwar meist durchgehen, aber doch recht schwankende Stärke aufweisen. Zwei Beispiele für dieses Verhalten haben wir bereits beim Brandschiefer von Kuckers und beim *Dictyonema*-Schiefer kennen gelernt. Jener verschwächt sich nach Westen bis zum Vertauben, während dieser in derselben Richtung an Mächtigkeit zunimmt. Noch ein paar weitere Beispiele seien angeführt: der Glaukonitsand, das Hangende des *Dictyonema*-Schiefers, also tiefstes Untersilur, weist bei Narwa nur eine Stärke von 2 cm auf, schwillt aber bei Baltischport bis zu 4 m an. Ebenso schwankt die Mächtigkeit des darüber folgenden Glaukonitkalkes zwischen $2\frac{3}{4}$ und etwa 10 m.

Aus diesem Verhalten folgt aber, daß man keine genauen Angaben über die Gesamtmächtigkeit des Silurs bei Sall machen kann; man wird aber der Wahrheit vielleicht nahe kommen, wenn man etwa 180—200 m als Mächtigkeit von Ober- und Untersilur annimmt. Aus dieser Tiefe werden also vermutlich die Gase der Explosionskratere stammen.

Der Zeit des Ausbruches kann man auf verschiedenen Wegen nahekommen.

Geht man von der Gegenwart aus, so ist, wie oben erwähnt, der kranzartige Wall mit Bäumen bestanden, die z. T. 150 Jahre alt sind; der Ausbruch muß also mindestens dieses Alter besitzen. Man kann aber ohne weiteres behaupten, daß die geschichtliche Zeit gänzlich ausscheidet, denn ein derartiges elementares Naturereignis hätte sich sicherlich in der Überlieferung der Bewohner lebendig erhalten und wäre von Generation zu Generation weiter erzählt. Nun mag Oesel seit etwa 4000 Jahren v. Chr. besiedelt sein (Jüngere Steinzeit), so daß die Eruptionen der Kratere vor dieser Zeit stattgefunden haben dürften.

Man könnte ferner daran denken, aus der Verwitterung der beim Ausbruch bloßgelegten und aufwärts gebogenen Kalksteine einen Rückschluß auf die Zeit der Eruption zu ziehen. Diese Methode muß aber aus Mangel an geeigneten Vergleichsobjekten aufgegeben werden.

Verfolgt man den umgekehrten Weg, d. h. beginnt man mit dem Alter der durchschlagenen Schichten, so ist der Ausbruch einmal sicher jünger als Obersilur; aber wir können sofort einen

ganz erheblichen Schritt weiter gehen und behaupten, daß als Zeit der Explosion auch das gesamte Mesozoicum, Tertiär und Diluvium nicht in Frage kommen kann; denn das gewaltige nordische Inlandeis hätte unfehlbar den aus lockeren Gesteinstrümmern bestehenden Kraterwall von 6 m Höhe, der noch heute in seiner ganzen Mächtigkeit dasteht, zerstört und eingeebnet. Das Inlandeis ist aber aus dieser Gegend seit etwa 10—12000 Jahren verschwunden. Nun waren oben schon ganz kurz die spätglazialen *Yoldia*-Tone erwähnt, die auf Oesel und Dagö weit verbreitet sind. Untersuchungen, die besonders von Schweden ausgingen, haben aber gezeigt, daß das *Yoldia*-Meer ganz Oesel und Dagö überflutet hat. Es kann also der Gasausbruch erst nach dieser Zeit erfolgt sein, da sonst der Kraterwall den andringenden Meereswogen jener Periode zum Opfer gefallen wäre. Alles in allem mag man als Zeit der Kraterbildung von Sall daher etwa 4—8000 Jahre v. Chr. in Anschlag bringen.

Hiernach ist auch die Auffassung abzulehnen, daß der Krater von Sall vulkanischen Gasen seine Entstehung verdanken könnte, die oft als Vorläufer von Tuff- und Lavaeruptionen beobachtet werden und die etwa ein tertiäres oder eiszeitliches Alter besitzen würden. Aber einmal sind die nächsten Ausbruchsstellen weit über 600 km entfernt (untereocäne Basalte auf Schonen), sodann fehlt, wie erwähnt, jede Spur vulkanischer Tuffe sowie von Magma, und schließlich kann sich aus den eben angeführten Gründen ein Kraterwall seit der Tertiär- oder Diluvialzeit nicht erhalten haben.

In Rußland tritt erst tief in Wolhynien bei Rowno, völlig vereinsamt, basaltisches Gestein (Anamesit) zutage[1], das ein tertiäres, nicht wie der Krater von Sall, ein alluviales Alter besitzt.

Eine ganz andere Frage ist es, ob schon in vergangenen geologischen Perioden im Baltikum Gasausbrüche aus dem *Dictyonema*-Schiefer stattfanden. Leider kann eine exakte Entscheidung nicht erfolgen, da etwa im Mesozoicum oder Tertiär erfolgte Trichterbildungen spätestens von dem diluvialen Inlandeis und seinen Ablagerungen zugeschüttet und vielleicht entstandene Wallkränze vernichtet worden wären.

Die Gegend von Sall auf Oesel ist aber nicht die einzige, in der Gas zutage getreten ist; denn auf der Insel Kokskär (30 km nordöstlich von Reval gelegen) wurde im Jahre 1903 eine Tiefbohrung niedergebracht, bei der sich schon von 27 m Tiefe an ein Gasaustritt bemerkbar machte, der sich bei Vertiefung der Bohrung merklich vergrößerte. Sie besitzt eine Gesamttiefe von 115 m, endet in einem harten, roten Quarzitgeschiebe und lieferte

[1] Laskarew, Bemerkungen zur Frage der Tektonik der südrussischen kristallinischen Fläche. Bull. Com. géol. St. Pétersbourg. **24**. 1905. p. 235—295 (Russisch).

in einem halben Jahre (1904) 60000 cbm Gas, das viele Jahre lang zur Beleuchtung des Leuchtturmes und aller Wohnräume auf der Insel diente. Dieses Auftreten von Gas, das nach den ausschlaggebenden Untersuchungen von Doss dem *Dictyonema*-Schiefer entstammt, bestärkt einmal in hohem Masse unsere Ansicht von der Entstehung des Kraters bei Sall und die Herleitung des dortigen Gases aus dem *Dictyonema*-Schiefer. Zugleich klärt sich die Frage nach der mutmaßlichen Zusammensetzung des Gases von Sall. Denn da das Gas von Kokskär aus 79,0 % Methan und 20,8 % Wasserstoff besteht, wird die Beschaffenheit des bei Sall explosionsartig hervorgebrochenen Gases kaum wesentlich abweichend gewesen sein.

Was die Ursache der Gasentwicklung anlangt, so kann es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß die zersetzende Kraft in dem

Abb. 3.

im *Dictyonema*-Schiefer weit verbreiteten Schwefelkies (und Markasit) zu suchen ist. Diese Mineralien bilden trauben- oder nierenförmige Knollen bis Faustgröße und mehr, treten aber auch als wenig mächtige plattenförmige Lagen von 0,02—0,10—0,15 m Dicke in und vor allem an der Basis des *Dictyonema*-Schiefers auf; letztere Bank ist besonders gut zu beobachten nördlich von Baltischport, sowie westlich und östlich von Reval bei Strandhof und Hirro. Dabei ist wichtig, daß sich das Doppeltschwefeleisen im *Dictyonema*-Schiefer durch ganz Estland verfolgen läßt.

Daß bei der Zersetzung dieser Verbindungen Wärme frei wird, ist bekannt, weniger bekannt dürfte es sein, daß die Wärmeerzeugung beim *Dictyonema*-Schiefer gelegentlich zur Selbstentzündung geführt hat. So entstand 1908 nördlich von Baltischport ein Brand in diesem Schiefer (Abb. 3), und längere Zeit vorher war ein solcher auf der dem Festland hier vorgelagerten Insel Rogö zu beobachten gewesen. Eine photographische Auf-

nahme des Brandes vom Jahre 1908 verdankt Verf. Herrn Leutnant d. R. E. Pläns, zurzeit in Baltischport.

Überträgt man diese Verhältnisse auf Sall, so versteht man jetzt eher, daß sich eine so gewaltige Menge Gas bilden konnte, die schließlich zur Explosion führte, denn die Zersetzung des gashaltigen Schiefers durch den Schwefelkies und Markasit mit Hilfe des Sauerstoffs der Luft und der Bergfeuchtigkeit im Gestein wird wohl schon im Paläozoicum begonnen haben, und die Decke der kalkigen, tonigen und mergeligen Sedimente, die auf dem *Dictyonema*-Schiefer ruhen, war am Ende der Silurzeit so vollkommen verfestigt, daß von da an ein Gasdurchtritt größerer Mengen kaum mehr stattfinden konnte. An Zeit standen aber für die chemische Umwandlung bis zum Diluvium ungezählte Millionen von Jahren zur Verfügung. Dabei fand das Gas nicht wie auf Kokskär Hohlräume in Gestalt von Poren diluvialer Sande vor, in denen es sich unter dem Schutze einer Tondecke aufspeichern konnte, es mußte sich daher schließlich explosionsartig einen Ausweg verschaffen.

Der *Dictyonema*-Schiefer hat aber außer gewaltigen Mengen von Gas noch andere Zersetzungsprodukte geliefert, nämlich Asphalt und Öle.

Ersterer findet sich als sogen. Grahamit[1] an verschiedenen sporadisch zerstreuten Punkten in Estland in Form kleiner Nester und Drusen (bis 25 cm mächtig). Er ist als ein natürliches Destillationsprodukt von Ölen aufzufassen, die durch Kondensation oder Polymerisation feste Formen angenommen haben[2].

Öl selber ist wiederholt im Baltikum beobachtet worden, und zwar einmal bei Waimel auf Dagö.

Hier wurde nach gütiger Mitteilung des Besitzers, Baron v. Pahlen, im Keller des Gutshauses 1905 durch eine Bohrung (2,14 m *Yoldia*-Tone, darunter Kalksteine des Obersilurs) in 18—20 m Tiefe eine dicke, klebrige, schwarzbraune Flüssigkeit erschlossen, die später heller wurde. Eine etwa 1 km davon angesetzte Bohrung wurde bis gegen 75 m (248′) getrieben, sie ergab aber kein Petroleum, sondern nur Wasser. Das spezifische Gewicht des Öles betrug bei 15° C 0,8325. Der Entflammungspunkt der leicht entzündlichen Gase lag bei 58° C, der Siedepunkt des Öles bei 200°. Es gehen Kohlenwasserstoffe über bei der Destillation

[1] B. Doss, Ein Vorkommen von Grahamit im Silurkalk bei Kunda in Estland. Dies. Centralbl. 1914. p. 609—615.

[2] So wird Asphalt erwähnt von Pallaküla und Pühalep auf Dagö, von Pusko unweit Linden (südlich Hapsal) sowie aus untersilurischen Grünsanden von Baltischport, hier 3 Zoll dicke und 9 Zoll lange Linsen bildend. Ferner ist Asphalt noch nachgewiesen im Norden des Escha-Sees (Osero Jescho der Karten), im Gouv. Witebsk auf dem halben Weg zwischen Rositten (Rjezyca) und Drissa gelegen.

bis 150° C	0,1 %
„ 300° C	73,12 „
„ 400° C	81,70 „
bei über 400° siedende Öle . . .	18,30 „

Gewonnen wurden im Laufe der Zeit mehrere Hunderte von Litern.

Dabei darf nicht verschwiegen werden, daß nur 5,8 m vom ölspendenden Bohrloch entfernt eine Kammer war, in der ein Faß Petroleum lag. Aber vieles spricht durchaus gegen den Verdacht, daß jenes Petroleum von diesem Faß stamme: einmal war dieses dicht, und unter dem Spundloch stand stets eine Schale; sodann wurde aus dem Bohrloch, das bis 18 m ölfrei war, im Laufe der Zeit mehr Öl gewonnen, als das Faß enthielt; auch ist vor allem das spezifische Gewicht des Petroleums geringer (0,79—0,82) als das des gewonnenen Öles (0,8325). Schließlich führen zwei andere Brunnen stark nach Petroleum riechendes Wasser. Der eine liegt zwar nur 6 m von der Ölbohrung entfernt, der andere aber 50 m, und dieser letztere, entferntere, läßt zu gewissen Zeiten noch heute eine wenn auch nur dünne Haut von Öl erkennen. Alle drei Punkte, Brunnen — Ölbohrung — zweiter Brunnen, liegen annähernd auf einer geraden Linie, die von SW nach NO streicht. Im Jahre 1918 hatte die Ergiebigkeit ganz erheblich nachgelassen, ein letzter Rest wurde untersucht, und es ergab sich nunmehr ein spez. Gew. von 1,005 bei einem Wassergehalt von 94 Vol.-%. Es scheinen also auch hier gewisse Oxydationsprozesse eingetreten zu sein.

Damit auch der Humor nicht fehle: der schwedische „Hydronom" Otto Wahlenberg hatte mittels der Wünschelrute und anderer komplizierterer Apparate eine ganze Anzahl verschieden ergiebiger „Öladern" übereinander festgestellt und die täglich zu gewinnende Menge auf eine Million Liter berechnet!

Zur selben Zeit etwa, wie die Ölbohrung bei Waimel niedergebracht wurde, zeigten sich Spuren von Öl in einer Brunnenbohrung zu Paopäe im nordwestlichen Dagö, doch konnte Näheres nicht ermittelt werden.

Länger bekannt ist das Naphthavorkommen von Schmarden[1] in Kurland (an der Bahn Riga—Tuckum gelegen). Hier wurden 1899 bei der 3 km NNW von Schmarden gelegenen Kronsmühle Spuren eines Öles entdeckt, dessen Siedepunkt bei 60° lag. Das spezifische Gewicht betrug bei 15° 0,8450. Eine Analyse ermittelte

Kohlenstoff	84,59 %
Wasserstoff	11,30 „
Sauerstoff	4,11 „

[1] B. Doss, Über die Möglichkeit der Erbohrung von Naphthalagerstätten bei Schmarden in Kurland. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. 43. 1900. p. 157—212. Mit 2 Textfig. u. 2 Taf. — M. Glasenapp, Zum Vorkommen der Naphtha bei der Station Schmarden in Kurland. Rigaer Industrie-Ztg. 26. 1900. p. 209—210.

Auch diese Naphtha dürfte dem *Dictyonema*-Schiefer entstammen.

Berücksichtigt man die geographische Lage derjenigen Punkte, an denen Zersetzungsprodukte des *Dictyonema*-Schiefers auftreten: die Insel Kokskär, die Orte Waimel, Pallaküla, Pühalep und Paopäe auf Dagö, Sall auf Oesel, Baltischport, Pusko bei Hapsal und Sehmarden in Kurland, so dürfte es kein Zufall sein, daß diese sämtlich im westlichen Teil des Baltikums liegen. Denn nach dieser Richtung nimmt das Muttergestein der Gase, Öle usw., der *Dictyonema*-Schiefer, an Mächtigkeit zu und kann somit eher in die Lage kommen, die angeführten Abspaltungen zu liefern. Eine Ausnahme macht nur der Escha-See im Gouv. Witebsk. Vielleicht taucht hier in geringerer Tiefe ein paläozoischer Sattel auf, wie ein solcher von Cholm (zwischen Nowgorod und Witebsk) und bei Rowanitschi (Kr. Igumen, Gouv. Minsk) bekannt geworden ist.

Daß ölhaltige Schichten in der Lage sind, Gase zu entwickeln, ist aus anderen Gebieten bereits bekannt. Es sei nur an die berühmte Gasquelle von Neuengamme bei Hamburg erinnert, die durch Koert[1] eine wissenschaftliche Bearbeitung erfahren hat. Nach ihm wurde dieses Gas in einer Tiefe von 247 m in mitteloligocänem Septarienton angeschlagen. Es zeigte nach zwei Analysen folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	
Methan	91,5	91,6 %	
Schwere Kohlenwasserstoffe	2,1	0,8 „	
Wasserstoff	—	2,3 „	
Kohlensäure	0,3	0,2 „	(und Schwefelwasserstoff)
Sauerstoff	1,5	0,7 „	(berechnet)
Stickstoff	5,6	4,4 „	

(Helium 0,01—0,02 %, Argon 0,05 %).

Das Gas wurde in einer schrägliegenden Kluft angebohrt, die weit in die Tiefe reicht. Als Ursprungsmaterial kommt eine in der Tiefe befindliche, noch unbekannte Erdöllagerstätte in Betracht. Die Gasquelle wurde am 3. XI. 1910 angehauen, ließ im Jahre 1917 an Ergiebigkeit nach und kam 1918 gänzlich zum Erliegen. Weitere Angaben findet man in der Arbeit von H. Gürich, Das Erdöl in Nordwestdeutschland. Abh. a. d. Geb. d. Naturw. usw. Hamburg 1917. 56 p. Mit 2 Taf. u. 9 Textfig.

Auch sei darauf hingewiesen, daß z. B. im Ölgebiet des Unterelsaß größere Mengen von Gasen auftreten, die überwiegend aus Methan, aber auch aus anderen leichten Kohlenwasserstoffen bestehen.

[1] W. Koert, Geologische und paläontologische Mitteilungen über die Gasbohrung von Neuengamme. Jahrb. d. Kgl. Pr. Geol. Landesanst. f. 1911. I. p. 162—182.

Fassen wir das Ergebnis unserer Ausführungen zusammen, so ist der Krater von Sall als ein Explosionskrater aufzufassen, der durchaus den Gasmaaren anderer Gebiete (Württemberg, Auvergne, Island z. T.) an die Seite zu stellen ist, und zwar wird dieses Gas ganz überwiegend aus Methan bestanden haben. Genau wie bei den Maaren haben Gasmengen, die unter hohem Druck standen, die obersten Erdschichten wie ein Pfropfen durchschlagen; das Eigenartige und vielleicht Einzigartige dieser Erscheinung ist nur, daß die Gase nicht vulkanischen Prozessen ihre Entstehung verdanken, sondern der Zersetzung ölhaltiger Schiefer.

Dabei hat sich zugleich gezeigt, daß die Eruptionsschlote von Sall von Spalten völlig unabhängig sind, genau so, wie das z. B. von Branca für die zahlreichen Vulkanembryonen Schwabens dargetan ist. Der ganze geologische Aufbau des Baltikums verbietet auch, etwa in größerer Tiefe liegende Störungen anzunehmen, die den aufsteigenden Gasen den ersten Weg wiesen.

Schließlich wäre noch die Frage kurz zu streifen, ob man an einem geeigneten Punkt von Oesel versuchen soll, durch eine Tiefbohrung Gas zu gewinnen. Die geologischen Verhältnisse dafür sind nicht günstig, da es hier im Gegensatz zu Kokskär an einem Sammelbehälter für Aufspeicherung der Gase fehlen dürfte. Denn auf jener Insel konnte sich das Gas jahrtausendelang in den Poren diluvialer Sande ansammeln, die nach oben von einer Decke jungglazialer *Yoldia*-Tone dicht abgeschlossen wurden. Auf Oesel stehen aber derartige Hohlräume — mit Ausnahme ganz vereinzelter und unregelmäßig verstreuter Auswaschungen im Gestein — nicht zur Verfügung, die Insel besteht, wie angeführt, gänzlich aus einer recht mächtigen Folge vorwiegend kalkiger Sedimente: sandige Bildungen fehlen dem Silur hier so gut wie vollständig. Als sicher ist aber anzunehmen, daß infolge der Einwirkung des Schwefelkieses auf den *Dictyonema*-Schiefer noch heute eine langsame Zersetzung dieses ölhaltigen Gesteins stattfindet, und es wäre keineswegs undenkbar, daß sich gelegentlich derartige explosionsartige Erscheinungen wiederholen könnten, wie sie bei Sall stattgefunden haben, es sei denn, daß das Gas Gelegenheit hätte, auf Spalten im Gestein oder seitwärts auf den Schichtfugen zu entweichen.

Auffallend ist, daß diese Erscheinung auf Oesel erst verhältnismäßig spät bekannt geworden ist; der Arzt Dr. v. Luce war der erste, der im Jahre 1827 auf den Krater von Sall hinwies. Heute ist er verhältnismäßig leicht zu erreichen, da er nur etwa 2½ km OSO von der Haltestelle Putla der von Arensburg ausgehenden Kleinbahn entfernt liegt.

Verf. hat die Gegend von Sall wiederholt besucht, teilweise unter gütiger Führung des Herrn Ritterschaftssekretärs Baron v. Freytagh-Loringhoven und des Herrn Rittergutsbesitzers Baron v. Buxhöwden auf Kölljall. Beiden Herren spricht Verf. auch

an dieser Stelle für ihr reiches Entgegenkommen seinen verbindlichsten Dank aus, ebenso dem Landhauptmann von Oesel, Herrn Kapitänleutnant d. R. v. Mossner für gütige Unterstützung und Überlassung eines Bildes vom Krater. Mit besonderem Dank muß Verf. auch hier seines früheren Chefs, des Herrn Vermessungsdirigenten Seidel von der Verm.-Abt. 10, z. Z. in Minsk, gedenken, der durch Herstellung der Karten die Arbeit wesentlich unterstützt hat.

z. Z. Kowno, im Oktober 1918.

Literatur über den Krater von Sall.

1. I. v. Luce: Wahrheit und Muthmaßung, Beytrag zur ältesten Geschichte der Insel Oesel. Pernau 1827. p. 20.
2. B. Doss: Die historisch beglaubigten Einsturzbeben und seismisch-akustischen Phänomene der russischen Ostseeprovinzen. Beitr. z. Geophysik. X. Leipzig 1909. p. 61. (Hier vollständige Literatur über Sall.)
3. K. R. Kupffer: Baltische Landeskunde. Riga 1911. p. 7 u. 471.

Literatur über die Gasbohrung auf Kokskär.

1. A. Mickwitz: Die brennende Gasquelle auf Kokskär. Revalsche Zeitung. 1903. No. 244 v. 29. 10. (11. 11.)
2. F. Schmidt: Über den Austritt brennbaren Gases aus einem Bohrloch auf der Insel Kokskär. Verhandl. d. St. Petersbg. Mineral. Ges. 41. 1903. Prot. p. 43. (Russisch.)
3. A. Mickwitz: Vortrag über die Gasquelle auf Kokskär in der Sitzung des Ver. f. provinz. Naturkunde in Reval am 9. (22.) März 1904. Revalsche Zeitung. 1904. No. 58.
4. H. v. Winkler: Die bei der estländischen Küste belegene Gasquelle von Kokskär. Chemiker-Zeitung. 1905. No. 49, p. 669—670.
5. A. Mickwitz: Bericht über den Gasbrunnen auf Kokskär. Bull. Acad. Sc. St. Pétersbourg. 1908. p. 188—190.
6. K. R. Kupffer: Baltische Landeskunde. Riga 1911. p. 248.
7. B. Doss: Über die Herkunft des Naturgases auf der Insel Kokskär im Finnischen Meerbusen, nebst Bemerkungen über die Entstehung der Insel. Dies. Centralbl. 1913. p. 601—610.
8. Baron A. von der Pahlen: Erwiderung auf Prof. B. Doss' Bemerkungen zu den geologischen Verhältnissen beim Kundaer Gletscherschliff und auf der Insel Kokskär. Reval 1914. 12 p.
9. B. Doss: Nochmals der Kundaer Gletscherschliff und die geologische Natur der Insel Kokskär. Eine Erwiderung an Baron A. von der Pahlen. Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. 57. 1915. p. 95—120.
10. H. v. Rosen: Die Bodenschätze Estlands. Die Ostsee. Heft 1. Berlin 1918. p. 11.

Über Tertiär und weißen Jura von Chelva in der Provinz Valencia.

Von **Max Schlosser.**

Mit 1 Skizze.

Vor ungefähr fünf Jahren erhielt die Münchener geologisch-paläontologische Sammlung eine große Menge Juraversteinerungen, meist Ammoniten aus der Umgebung von Chelva, 70 km westlich von Valencia. Der Sendung hatte der Sammler, Paul Heinrich, Lehrer am Colegio de niños in Chelva, auch eine Skizze beigelegt, auf welcher die Fossilfundplätze und andere geologische Vorkommnisse eingetragen sind. Ich habe sie trotz ihrer technischen Mängel möglichst unverändert kopieren lassen, da sie uns doch ein ziemlich gutes Bild gibt von der Verbreitung der Fossilien und Gesteinsarten in der Umgebung von Chelva, und somit eine nicht ganz unwichtige Ergänzung bildet zu der genauen Schilderung der dortigen Trias, welche wir Rudolf Ewald[1] verdanken.

Die sonstige Literatur über dieses Gebiet ist ziemlich spärlich. Es kommen nur in Betracht: F. de Castro[2], Geologische Karte von Spanien, Douvillé[3], E. Haug[4], Cortazar y Pato[5] und A. Dereims[6], und selbst der letztgenannte Autor nützt uns sehr wenig, da er gerade den uns besonders interessierenden weißen Jura und dessen Fossilien sehr kurz behandelt und auffallenderweise auch nicht Rücksicht nimmt auf die Choffat'sche Arbeit[7] über die Ammoniten aus dem weißen Jura, dem Lusitanien von Portugal, welche doch naturgemäß für die Bestimmung der spanischen Jurafossilien in erster Linie in Betracht kommt.

Eine kurze, aber höchst wichtige Mitteilung verdanken wir Choffat[8]. In seinem Referat über die Arbeit von Daniel de Cortazar[9], worin dieser auch das Vorkommen von Séquanien durch *Ceromya* nachweist, bringt er folgende Anmerkung:

[1] Untersuchungen über den geologischen Bau und die Trias in der Provinz Valencia. Zeitschr. d deutsch. geol. Ges. 63. 1911. Heft 3. p. 372.

[2] Mapa géológica de España. 1889—1893.

[3] La Péninsule ibérique. A. Espagne. Handb. d. regionalen Geol. 3. 3., 7. Heft. Heidelberg 1911.

[4] Traité de géologie II. Les périodes géologiques. Paris 1908—1911.

[5] Descripción física. geológica y agricológica de la provincia de Valencia. Memorias de la Comision de l'mapa geológica d'España. 1882.

[6] Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. Thèses présentées à la Faculté des Sciences. Paris. Lille, 1898.

[7] Déscription de la faune jurassique de Portugal. Classe de Cephalopodes. Lisboa 1893.

[8] Annuaire géologique universel. 4. 1888. p. 616.

[9] Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel. Bol. Comision Mapa d'España. 4. 12.

„En 1881 M. Villanova me remit quelques fossiles éspagnoles parmi lesquels se trouve une faunule fort interessante de Abejuela, province de Teruel. J'ai determiné les éspèces suivantes:

Ammonites bimammatus Quenst., cf. *Marantianus* d'Orb., *liparus* Opp., *Galar* Opp., *Roemeri* May., *Rhynchonella striocincta* Quenst.

Cette faunule indiquerait les assises à *Ammonites tenuilobatus* et à *A. bimammatus*, ou bien correspond peut-être à la faune de la phase de ce dernier fossile, que j'ai signalée en Algarve.

Un autre lot des fossiles, provenant d'une autre province, Sot près de Valence présente les mêmes caractères, mais il contient en outre les grand Hexactinellides étalés, qui accompagnent généralement ce facies. J'y ai reconnu:

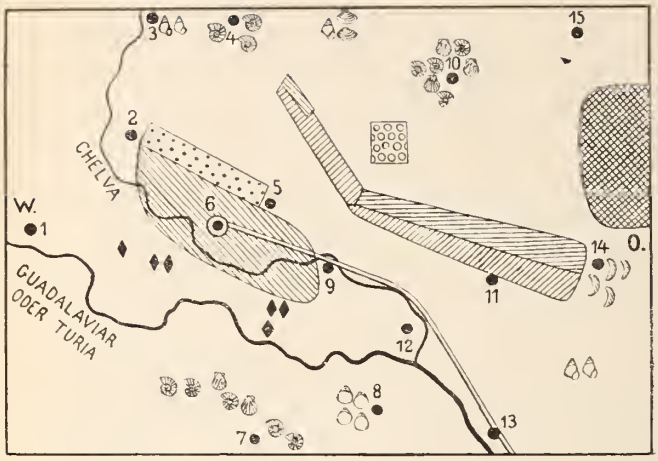
Ammonites galar Opp., *fialar* Opp., fr. *Marantianus* d'Orb., *Terebratula lusitanica* Suess, *bisuffarcinata* (var. *Stockari?*) Moesch, *Rhynchonella striocincta* Quenst."

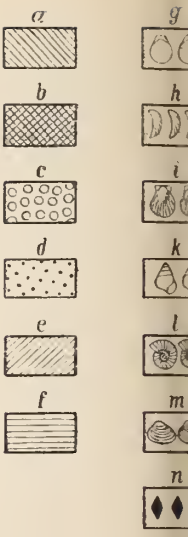
Die Anwesenheit von Ablagerungen der Zonen des *Peltoceras bimammatum* und der *Sutneria Galar* in der Provinz Valencia ist also zwar schon ziemlich lange bekannt, allein der Artenreichtum und die Häufigkeit der Fossilien, wenigstens der ersteren Zone, war aus diesen knappen Mitteilungen nicht zu entnehmen.

Sonderbarerweise hat auch Ewald, der doch gerade in der Umgebung von Chelva Studien machte, dem dortigen Jura keine Aufmerksamkeit geschenkt; er erwähnt (l. c. p. 36) nur von Domeño „einen grauen Mergel mit Stacheln von *Rhabdocidaris* und Brachiopoden, die auf oberen Dogger deuten". Seine Untersuchungen waren freilich ausschließlich auf die Triasablagerungen gerichtet.

Bevor ich jedoch das vorliegende Material bespreche, möchte ich versuchen, aus der von dem Sammler Paul Heinrich beigelegten Skizze die geologischen Verhältnisse zu deuten.

Die Skizze ist praktisch ein vergrößerter Ausschnitt des von R. Ewald (l. c. p. 377) gegebenen Übersichtskärtchens der Provinz Valencia, und zwar fällt sie in die rechte Hälfte des Teiles A_1 — in der linken oberen Ecke —, greift aber noch ein wenig mit dem Ort Domeño in den Teil B_1 herüber. Das Gebiet liegt nördlich der Sierra de Atalaja und am Zusammenfluß des Rio de Chelva und des Rio Turia oder Guadalaviar. Der höchste Punkt, der Pico de Chelva mit 1043 m, ist zwar nicht mehr in der Skizze mit inbegriffen, er kann aber nur wenig entfernt sein von der Lokalität Mozul. Die Kammhöhen, welche das Tal des Turia im Süden abgrenzen, sowie jene, welche den Rio de Chelva im Westen und den auf der Skizze von Heinrich nicht eingezeichneten, bei Calles in den Chelva mündenden Rio de Alcotas im Osten begleiten, werden somit im Durchschnitt etwa 900 m erreichen. Sie bestehen wohl in der Hauptsache aus Triasschichten, die jedoch auch im Tal von Chelva keineswegs fehlen. Der Jura dürfte mehr auf die





Ortschaften:

1. Benajever.	6. Chelva.	11. Mas de Solar.
2. Tucjar.	7. Mas de Alonso.	12. Domeño.
3. Arquella.	8. Tuesa.	13. Lloriguilla.
4. Mozul.	9. Calles.	14. Hoya de Antaño.
5. Torrecilla.	10. Vestas.	15. Alcotas.

Schichten:

a „Porenstein", Kalktuff mit Pflanzen. *b* „Lignito".
c „Steile Felsen aus zusammengesetzten Kieselsteinen".
d „Kaolin". *e* „Mica (Katzensilber)". *f* „Quarz mit Eisen gemischt".
g „Moluscos". *h* „Austern". *i* „Pecten". *k* „Schnecken". *l* „Ammoniten".
m „Muscheln mit Querstreifen". *n* „Gipskristalle, Jacintos, Spiegelgips".

Flanken dieser Höhenzüge beschränkt sein. Im Tale selbst liegen die Kalktuffe mit Pflanzen, darüber das Kaolin, „Mica" und der „Quarz mit Eisen gemischt".

Die „Felsen aus Kieselsteinen" und der Lignit nehmen wohl topographisch ein etwas höheres Niveau ein. Bei Alcotas und bei Domeño hat Ewald[1] sehr genaue Profile der Triasschichten aufgenommen. Der Trias gehören jedenfalls an die Lagen mit „Gipskristallen, Jacintos und Spiegelgips" zwischen dem Chelva und dem Turia.

Was das Alter der erwähnten Ablagerungen betrifft, so ist der „Porenstein", von welchem der Sammler eine Probe beigelegt hat, ein Kalktuff mit Blattresten — vielleicht von *Laurus*, der

[1] l. c. p. 17 Fig. 2, p. 28 Fig. 5, p. 29 Fig. 6, p. 35 Fig. 7.

auch von Ewald[1] erwähnt wird und nach Dereims (l. c. p. 190) auch in der angrenzenden Provinz Teruel vorkommt —, unzweifelhaft pleistocän. In dieser eben genannten Provinz ist das Pleistocän auch durch einen Höhlenlehm mit Tierknochen vertreten — *Equus, Sus, Cervus daphus, Ursus arctos, Hyaena* und *Felis leo* von la Rocha bei Alluneva.

Ich möchte dieses Vorkommen deshalb nicht mit Stillschweigen übergehen, weil auch bei Chelva ähnliche Verhältnisse gegeben zu sein scheinen. Der Sammler P. Heinrich spricht nämlich in der beigelegten Schilderung von Ureinwohnern, die in Höhlen am Fluß Chelva gelebt hätten, und verzeichnet in der Skizze auch das Vorhandensein von prähistorischen Funden, Knochen und Geräten, von denen freilich die meisten Geschirre und somit von sehr geringem Alter sind. Es könnte sich aber für manche Knochen doch vielleicht auch ein wirklich pleistocänes Alter ergeben.

Wichtiger ist für uns das Tertiär, über dessen Vorkommen bei Chelva anscheinend noch nirgends berichtet wurde. Es ist vertreten durch den Lignit zwischen Hoya de Antaño und Alcotas und außerdem wohl auch durch die Konglomerate, südwestlich von Vestas, die „steilen Felsen aus zusammengesetzten Kieselsteinen". Der Lignit gehört aller Wahrscheinlichkeit nach der pontischen Stufe an und ist daher alsdann ein Äquivalent des Lignites von Alcoy[2] in der Provinz Teruel. Dagegen fehlen wohl bei Chelva die Mergel mit Säugetierresten und Land- und Süßwasserschnecken, welche bei Concud (Cueva rubia) schon seit langer Zeit bekannt und auch von mir[3] schon früher besprochen worden sind. Die von Dereims (l. c. p. 175) gegebene Fossilliste weicht von der meinigen teilweise ab, ist aber trotz ihrer Unrichtigkeiten doch in Lehrbücher übernommen worden, während meine Arbeit vollkommen ignoriert wurde. Ich halte es daher für nicht ganz überflüssig, hier abermals eine Zusammenstellung der Säugetier- und Konchylienfauna zu geben. Sie besteht aus folgenden Arten:

Mastodon longirostris Kaup.
Hipparion gracile Kaup.
Antilope, Tragocerus?
Cervus cf. *Matheroni* Gerv.
Planorbis Thiollieri Michaud.
— *Matheroni* Fisch. et Tourn.
— *Mariae* Michaud.
Limnaeus heriacensis Font.
Glandina aquensis Math.
Succinea primaeva Math.
Hydrobia cf. *Deydieri* Depéret.
Bythinia dubia Schlosser.
Valvata cf. *vallestris* Font.

[1] l. c. p. 48. Er enthält nach diesem Autor auch *Melanopsis*, Limnaeen und *Succinea*.

[2] R. Douvillé, Handb. d. regionalen Geol. 3. 3. p. 96. Gervais bestimmte die Säugetiere als *Hyaenarctos, Antilope boodon, Sus palaeochoerus* und *Rhinoceros*.

[3] M. Schlosser, Über Säugetiere und Süßwassergastropoden aus Spanien. N. Jahrb. f. Min. etc. 1907. II. p. 1.

Das Gestein, welches diese Fauna einschließt, ist teils ein heller Mergel, teils ein Stinkstein mit kohligen Pflanzenresten.

Schwieriger als die Altersbestimmung dieses pliocänen Lignits ist die der Konglomerate, denn es kann sich hier sowohl um jene handeln, welche nach Dereims (l. c. p. 172) bei Libros, Provinz Teruel, in den oberen Schichten der pontischen Stufe eine besondere Bank bilden, als auch um die bis zu 100 m mächtigen, welche unter dieser Stufe und auf den dolomitischen Kalken des Infralias liegen.

Von diesen letzteren scheint nur das eine sicher zu sein, daß sie in das Tertiär gehören. Im Pyrenäenvorland werden sie, weil auf Kreideschichten liegend, als Eocän, Nummulitenschichten, angesprochen.

Das Kaolin wird auch von Ewald (l. c. p. 37) erwähnt und in die Kreide gestellt. Es beginnt mit einem Geröllsandstein. Der Kaolinsandstein wird bei Chelva an mehreren Stellen abgebaut, er liefert eine sehr gute Porzellanerde. Übrigens scheint dort auch fossilführende Kreide, und zwar Cenoman, vorzukommen, wenigstens befindet sich unter dem von Herrn Heinrich eingesandten Material auch ein großes Exemplar von *Requienia laevigata* d'Orb., leider ohne Angabe des Fundplatzes.

Was Heinrich unter „Mica", „Katzensilber" und „Quarz mit Eisen gemischt" versteht, dürfen wir jedenfalls als Buntsandstein deuten, ohne daß es jedoch möglich wäre, sie mit der einen oder der anderen der von Ewald unterschiedenen Schichten zu identifizieren.

Der Trias gehören wohl auch die Mergel und sonstigen weichen Gesteine an, aus denen die zwischen dem Chelva und dem Turia vermerkten „Gipskristalle Jacintos und Spiegelgips" ausgewittert sind. Diese Mergel mit Gips liegen unter den Carnjolas, einem Komplex von Dolomiten und dolomitischen Kalken von vermutlich rhätischem Alter, und entsprechen somit dem Keuper. Sie enthalten auch die in Doppelpyramiden kristallisierten Quarze, welche vom Volke „Jacintos — Hyacinthen — von Compostella" genannt werden. Solche „Jacintos" kommen jedoch nach Dereims (l. c. p. 179) auch in den tiefsten Schichten der pontischen Stufe im Barranco Salobral vor, vielleicht nur eingeschwemmt? Die von Chelva gehören jedenfalls den gipshaltigen Triasmergeln an. Der mir vorliegenden Probe von durchsichtigem blättrigem Gips haften noch Spuren eines bräunlichgrauen Mergels an.

Während in der nördlich angrenzenden Provinz Teruel auf die Trias normal unterer Lias und auf diesen eine mehr oder weniger vollständige Schichtenreihe vom mittleren Lias bis in den weißen Jura folgt, besteht in der Provinz Valencia eine mehr oder weniger große Lücke in der Sedimentation. Im nördlichsten Teil beschränkt sie sich zwar noch auf den unteren Lias, hingegen erstreckt sie sich bei Chelva auf den ganzen Lias und den weitaus

größten Teil des Doggers. Ewald (l. c. p. 404) fand nämlich bei Domeño einen Mergel mit *Rhabdocidaris* und Brachiopoden diskordant auf den Carnjolas lagernd, den er für Dogger ansprechen möchte. Unter den von Heinrich gesammelten Fossilien ist jedoch nichts, was aus Dogger stammen könnte, die ältesten Schichten werden anscheinend repräsentiert durch Terebrateln von Tuesa, welche der Skizze nach auch direkt auf die Trias zu folgen scheinen. Es ist dies:

Terebratula Galieni d'Orb., charakteristisch für Oxfordien. Die zahlreichen von hier vorliegenden Exemplare sind meist sehr groß und dick wie bei Fringeli im Berner Jura, doch gibt es auch ganz wie dort auch flachere Exemplare. Sie scheinen aus einem weicheren Gestein ausgewittert zu sein. Vielleicht stammen von hier auch die nur durch je ein Exemplar vertretenen *Hyalotragos* und *Isastraea*, sowie das einzige verkieselte Stück von *Rhynchonella inconstans* Sow.

Von einer der *Rh. visulica* Opp. sehr ähnlichen, aber nahe dem Schloßrand vollkommen glatten und meist auch kleineren *Rhynchonella* liegen ziemlich viele Individuen vor. Sie stammen der Erhaltung nach unzweifelhaft aus den Ammonitenschichten.

Exogyra aff. *plana* Quenst., aff. *Thurmanni* Etallon scheint auf Hoya de Antaño beschränkt zu sein, ist aber hier ungemein häufig. Von den beiden genannten Arten unterscheiden sich diese Austern durch die Anwesenheit von einigen stumpfen Rippen an der höheren Seite der großen Klappe. Das Gestein ist anscheinend ein weicher Mergelkalk. Es dürfte sich wohl um jüngere Schichten handeln, da auch die ähnlichsten Verwandten teils im Kimméridien der Schweiz und von Hannover — *Thurmanni* —, teils in Nattheim — *Ex. plana* — vorkommen.

„Muscheln mit Querstreifen" gibt Heinrich zwischen Mozul und Vestas an, aber leider bleibt es unsicher, welche von den beiden in Betracht kommenden Formen darunter zu verstehen ist. Die eine ist eine in drei Exemplaren vorliegende *Trigonia*, sehr ähnlich der *Tr. excentrica* Goldf. und der *Tr. variegata* Credener, welche im Ptérocerien von Boulogne und Hannover vorkommen. Die drei Stücke von Chelva haben eine braune Verwitterungskruste, das Gestein ist ein sandiger braungrauer Kalk, sehr verschieden von dem Ammonitenkalk. *Ceromya excentrica* ist nur durch ein einziges Exemplar vertreten. Sein Gestein ist etwas heller als an den meisten Fossilien von Chelva. Da diese Art im Kimmeridge, namentlich im Berner Jura besonders häufig vorkommt, dürfen wir ihr wohl auch hier ein etwas höheres Alter zuschreiben als den Ammoniten, mindestens Séquanien, wenn nicht Kimméridien; für die *Trigonia* kommt ganz sicher Kimméridien in Betracht.

Pholadomya Protei Römer, zwar nur durch ein einziges Stück von weißlicher Farbe vertreten, spricht ebenfalls für die Anwesen-

heit höherer Jurahorizonte. Dereims [1] erwähnt sie auch aus dem Kimméridien des Plateau von Sarrion in der Sierra Javalambre, wo er sie mit *Ceromya excentrica* zusammen fand.

Natica macrostoma Römer oder doch eine mit ihr am nächsten verwandte Art scheint bei Chelva eine der häufigsten Versteinerungen zu sein. Sie findet sich sowohl nördlich von Chelva bei Arquella und zwischen Mozul und Vestas, als auch östlich, zwischen Lloriguilla und Hoya de Antaño, dem Fundplatz der Austern.

Das Gestein ist ein dichter grauer Kalk, etwas heller als der Ammonitenkalk, und gleicht auffallend dem Muschelkalk von Laineck. Bei Vestas sollen diese *Natica* mit quergestreiften Muscheln vergesellschaftet sein, an den übrigen Fundplätzen scheinen sie die einzigen Fossilien zu sein, also ähnlich wie im weißen Mörtelkalk von Saal bei Kelheim. Jedenfalls kommt dem Kalk mit *Natica* ein entschieden geringeres Alter zu als den Ammonitenschichten. Vermutlich handelt es sich mindestens um Kimméridien.

Phylloceras sp. Das einzige vorliegende Exemplar hat einen von den übrigen Fossilien von Chelva ganz abweichenden Erhaltungszustand. Es erinnert am ehesten an *Ph. ptychoicum* Quenst. aus dem Tithon von Rogoznik, jedoch fehlen ihm Wülste vollständig, und die vollkommen glatte Schale ist durch eine dünne Haut von Brauneisenstein ersetzt. Ich möchte aus diesem Stück wegen seiner doch sehr rätselhaften Herkunft keine weiteren Schlüsse ziehen.

Alle übrigen von Heinrich gesammelten Juraversteinerungen zeigen die nämliche Gesteinsbeschaffenheit. Es ist dies ein an frischen Bruchstellen blaugrauer Kalk mit sehr vielen knolligen Einschlüssen von Brauneisenstein, der sehr oft noch die Kristallform des Pyrits aufweist, aus welchem er entstanden ist. Die Ammoniten sind nicht selten nur auf einer Seite vollständig erhalten, die andere war schon vor der vollständigen Einbettung in Kalkschlamm korrodiert. Diese Kalke werden bei Mozul, Vestas und Mas de Alonso — dieser letztere Fundplatz am rechten Ufer des Turia — angegeben.

Ich konnte folgende Arten nachweisen:

Belemnites cf. *hastatus* Blainv., Phragmokon.
Nautilus Brunhuberi v. Lösch, typisch, in Franken in *Bimammatus*-Zone.
Peltoceras bimammatum Quenst., 1 gut erhaltenes Exemplar.
Aspidoceras circumspinosum Quenst., 4 gut erhaltene Exemplare.
Oppelia Wenzeli Opp., typisch, 4 gut erhaltene Exemplare.
litoceras Opp., typisch, 4 gut erhaltene Exemplare.
— aff. *litoceras* Opp., mit starker Skulptur, 4 Exemplare.

[1] l. c. p. 144. An anderer Stelle — l. c. p. 133 führt er sie allerdings aus einem etwas tieferen Horizonte, zwischen Rauracien und Kimméridien an — im Barranco von Canaleja bei Albarracin.

Oppelia callicera Opp., 1 Exemplar.
Neumayria Frotho Opp., 1 kleines, aber charakteristisches Stück.
*— *Hauffiana* Opp., 1 großes Exemplar.
— *Gmelini* Opp., 2 Stücke.
— n. sp., evolut wie *Strombecki*[1], aber mit Skulptur, ähnlich der von *hemipleura*[2].
Haploceras modestiforme Opp., 2 typische Stücke.
*— *Fialar* Opp., 4 Exemplare.
Ochetoceras marantianum d'Orb., 2 charakteristische Stücke.
— aff. *canaliculatum* Rein., 4 Exemplare.
?*Olcostephanus* n. sp., ähnlich dem *involutus*[3], aber sehr viel feinrippiger.
Simoceras aff. *levis* Neumayr. Die äußerste Windung zeigt sehr weitstehende Rippen, die inneren gleichen mehr jenen von *Doublieri* d'Orb.[4]
Idoceras planula Heil
— — var. *laxevoluta* Font. } beide sehr häufig.
Perisphinctes Janus Choffat, sehr häufig.
— *Eschwegi* Choffat, bei nur 15 cm Durchmesser fehlt die Rippengabelung schon vollständig.
*— *colubrinus* Rein., 4 Exemplare.
— aff. *Pralairei* Favre, 2 Exemplare. Rippen nur am Rücken. Querschnitt kreisrund, sehr evolut.
— cf. *polygyratus* Rein., nur 1 Stück.
— *Fontannesi* Choffat, häufig.
— aff. *Dybowskii* Siemir., häufig.
— *Castroi* Choffat, häufig.
— *Delgadoi* Choffat, häufig.
— cf. *mogosensis* Choffat, 2 Stücke.
— *pseudobifurcatus* Choffat, sehr häufig.
— aff. *pseudobifurcatus* Choffat, sehr häufig, schlanker.
— cf. *inconditus* Font., 1 Stück.
— *torresensis* Choffat, 4 kleine Exemplare.
— aff. *torresensis* Choffat, ähnlich Pl. XIV Fig. 5, jedoch mit kräftigeren Rippen.
— n. sp. n. sp., nur wenige nicht identifizierbare Stücke.
Lytoceras adeloides Kudernatsch, 1 Exemplar.
Pleurotomaria bijuga Quenst.
— *jurensis* Zien. } je ein ganz typisches Exemplar.
Pholadomya concinna Ag., 1 Exemplar.

[1] Fontannes, Descript. des Ammonites de Crussol. p. 48. Pl. VII Fig. 5.
[2] Fontannes, ibid. p. 47. Pl. VI Fig. 7.
[3] Rippen fast so fein wie bei *Olcostephanus desmonotus* Opp. Loriol, Baden. Pl. XIII Fig. 3. Das Stück hat die Größe des Loriol'schen Originals von *involutus*. Pl. XI Fig. 7. Knoten fehlen anscheinend gänzlich.
[4] Loriol, Tenuilobat. Baden. Pl. XVI Fig. 6.

Ctenostreon rude Sow., 1 Exemplar.
- *(Lima) tegulatum* Goldf., 1 Exemplar, sehr typisch.
Lima sp., 4 Stücke, stark gewölbt mit kräftigen Rippen ohne Stacheln oder Schuppen.
Rhynchonella aff. *visulica* Opp., siehe oben.

Die Zusammensetzung dieser Fauna verweist mit aller Entschiedenheit teils auf das Lusitanien von Montejunto in Portugal, welches Choffat beschrieben hat, teils auf die Bimammatenzone, den weißen Jura β, von Schwaben und Franken.

An die Verhältnisse in Süddeutschland erinnern besonders die mit * versehenen Bivalven, *Pleurotomaria, Ochetoceras, Haploceras, Peltoceras, Aspidoceras* und die Oppelien sowie der *Nautilus;* hingegen ergibt sich in bezug auf die Perisphincten eine überraschende Ähnlichkeit mit dem Jura von Portugal und eine wesentliche Verschiedenheit von dem süddeutschen Jura. Ich möchte diese Verschiedenheit jedoch nicht allzuhoch anschlagen, denn es ist doch zu bedenken, daß der süddeutsche weiße Jura β überhaupt ziemlich arm an Perisphinctenarten ist — die wichtigsten hiervon sind *suevicus, Tiziani* und *triplex* —, und da gerade diese für Schwaben und Franken so charakteristischen Arten fehlen, wird die Verschiedenheit um so fühlbarer, ohne daß sie in Wirklichkeit allzu erheblich wäre. Der Jura von Portugal nimmt insofern eine Mittelstellung ein, als hier wenigstens *Tiziani* vorkommt.

Die Zone des *Peltoceras bimammatum*. das Rauracien, führt Dereims (l. c. p. 132) auch in mehreren Profilen aus Aragonien an. Am vollständigsten ist das von Canaleja, wo es von mächtigem fossilreichen Oxfordien unterlagert und von Schichten mit Bivalven, Brachiopoden, *Cidaris* und *Pseudocidaris* und von Kimméridien mit *Ostrea* cf. *matronensis* Lor. und cf. *Brantrutana* Thurm. überlagert wird, von denen jedoch nur eine Art, *Pholadomya Protei*, auch bei Chelva gefunden wurde. Leider gibt der Autor von Fossilien des Rauracien nur *Ochetoceras marantianum, Perisphinctes virgulatus* und *Aspidoceras* an, so daß es nicht möglich ist, zu entscheiden, ob diese Stufe hier ebenso entwickelt ist wie bei Chelva. Die Verschiedenheit des Oxfordien und des Séquanien und Kimméridgien läßt fast die Vermutung aufkommen, daß auch in der Entwicklung und Fossilführung des Rauracien erhebliche Abweichungen bestehen zwischen dem von Chelva und dem von Canaleja. Auch im zweiten, von Dereims beschriebenen Profil von Calanda (l. c. p. 146) zeigt das Rauracien keine besonders große Ähnlichkeit mit dem von Chelva, denn es wird hier aus diesem Horizont nur *Ochetoceras marantianum* angegeben, dafür liefern aber sowohl das Oxfordien als auch das Séquanien und die hier vorhandene *Acanthicus*-Zone eine nicht ganz unbeträchtliche Anzahl von Ammonitenarten.

Das Séquanien ist wenigstens nach dem vorliegenden Material nur sehr spärlich entwickelt. Es wird höchstens angedeutet durch

Ceromya excentrica. Sehr dürftig scheint auch das Oxfordien bei Chelva ausgebildet zu sein, denn nur *Terebratula Galieni* und *Rhynchonella inconstans* sprechen für seine Anwesenheit.

Um so besser vertreten ist dagegen das Kimmeridgien. Es fehlen zwar Ammoniten aus dieser Stufe des weißen Jura vollständig und selbst die Artenzahl der Bivalven und Gastropoden bleibt sehr gering, dafür ist jedoch wenigstens bei ein paar Arten die Individuenzahl um so größer, nämlich bei *Natica macrostoma* und bei der *Exogyra* von Hoya de Antaño.

Für die Anwesenheit von Kimmeridien sprechen außer der auch im Séquanien vorkommenden *Ceromya* folgende Arten: *Natica macrostoma*, *Pholadomya Protei*, *Trigonia* und *Exogyra* aff. *Thurmanni*.

Das von Chelva bisher noch nicht bekannte Tertiär ist repräsentiert durch die Konglomerate und die Lignite südlich bzw. östlich von Vestas. Das genauere Alter der ersteren läßt sich allerdings nicht sicher ermitteln, hingegen gehören die letzteren aller Wahrscheinlichkeit nach der pontischen Stufe an.

Alle diese nicht so ganz unwichtigen Ergebnisse haben wir dem Eifer und den guten Beobachtungen eines schlichten Dilettanten zu verdanken. Möge sein Beispiel auch anderwärts recht viele Nachahmer finden.

Besprechungen.

E. Fraas: Führer durch die Naturaliensammlung zu Stuttgart. I. Die geognostische Sammlung Württembergs im Parterresaal, zugleich ein Leitfaden für die geologischen Verhältnisse und die Bewohner unseres Landes. Vierte Auflage, besorgt von Martin Schmidt. Mit 51 Abbildungen und 1 Plan. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele), 1919.

Glänzend verstand es Eb. Fraas, mit Hilfe seines Führers durch die württembergische geologische Landessammlung im Stuttgarter Naturalienkabinett die Lehraufgabe einer wissenschaftlichen Sammlung zu erfüllen. Von diesem rühmlich bekannten Führer hat jetzt Martin Schmidt, der Nachfolger Fraas', eine neue, die vierte Auflage herausgegeben. Sie ist, wie die historische Anordnung der Sammlung, im ganzen der bewährten dritten Auflage gleich. Neuerwerbungen, wie das größte bekannte Mammutskelett von Steinheim und die herrlichen Triasdinosaurier von Pfaffenhofen und Trossingen, welche einen Erweiterungsbau der Sammlung notwendig gemacht haben, erforderten mehrfache Zusätze. An einzelnen Stellen, wie z. B. beim Jura, sind die Darstellungen der Bildungsverhältnisse der schwäbischen Gesteine abgeändert worden.

Der Führer ist ein ausgezeichneter, anregender, kurzer Wegweiser durch die geologische Geschichte Württembergs. Er ist ein prächtiges kleines Lehrbuch der Geologie Württembergs. Schilderungen der allgemeinen topographischen und physikalischen Verhältnisse des Gebietes leiten jeden Zeitabschnitt ein; durch Landschaftsbilder aus der geologischen Vergangenheit Schwabens mit den bezeichnendsten Formen früheren Lebens werden die Worte trefflichst unterstützt. Aus jeder Zeit sind die kennzeichnenden Tier- und Pflanzenreste der reichen Sammlung aufgeführt, die wichtigsten treffend geschildert und in gut gewählten Abbildungen dargestellt. Neu ist der Hinweis auf die im Erweiterungsbau (mit dem Mammut, der berühmten *Aëtosaurus*-Gruppe und einer Gruppe von Dinosauriern) aufgestellten Belegstücke, welche die Entstehung und Umbildung der Gesteine Schwabens erläutern.

Nicht nur dem Besucher der Stuttgarter Sammlung wird auch diese neue Auflage ein willkommener und anregender Führer durch Schwabens Vorzeiten sein; auch sonstige Freunde der Geologie und Paläontologie werden das Büchlein, Wort und Bild, als einen hochwillkommenen Wegweiser durch die Schichtenfolge Schwabens mit ihrem reichen Leben begrüßen und mit Vorteil benutzen.

Pompeckj.

F. Heritsch: Über *Solenopora* Dyb.

Bei der Beschreibung von *Solenopora (?) Hilberi* aus dem Oberjura von Tschernawoda in der Dobrudscha [1] glaubte ich, da ich das Fossil für eine Koralle hielt, nicht auf die Abhandlungen von Rothpletz [2] und Brown [3] eingehen zu sollen, welche *Solenopora* für eine Alge halten. Da mir aber später Bedenken ob der Richtigkeit meines Vorgehens gekommen sind, möchte ich, um auch jede Mißdeutung auszuschließen, auf die Frage, ob es sich um eine Alge handeln kann, kurz eingehen. Dybowski hat *Solenopora* zu den Chaetetiden gestellt und beschreibt als einzige Art die *S. spongioides*. Er hebt besonders hervor, daß Böden und Coenenchym fehlen. Nach dieser Charakteristik hielt ich mich, als ich das Fossil von Tschernawoda zu *Solenopora* stellte (Rothpletz verbindet mit diesem Namen einen anderen Begriff). Brown erhöhte die Zahl der Arten auf sechs silurische und eine jurassische. Rothpletz fügte eine siebente silurische Art dazu und hat die *S. jurassica* Brown neu beschrieben. Diese jurassische Art hat Querböden, doch hält Rothpletz diese nicht für Bildungen, die den Tabulae analog sind, denn er hält das Fossil für eine Alge. Er beschreibt die Versteinerung unter dem Geschlechtsnamen *Solenoporella*. Dieses von Rothpletz neu

[1] Jahrb. d. geol. Reichsanst. in Wien. 1917. p. 335.
[2] Kgl. Svenska Vet. Akad. Handlingar. 43. No. 5.
[3] Geol. Mag. 1894. p. 145—151.

aufgestellte Genus hat im Gegensatz zu *Solenopora*, wie Rothpletz sagt, keine Poren und sei daher von *Solenopora* zu trennen. Das geschieht meines Erachtens mit Unrecht, denn Dybowski hat von *Solenopora* keine Poren erwähnt, und es müßte an seinem Original festgestellt werden, daß es Poren hat; denn es ist nicht anzunehmen, daß ein so vorzüglicher Beobachter wie Dybowski die Poren übersehen haben sollte. Bis dahin muß Dybowski's Charakteristik gelten. Rothpletz betont besonders die Tatsache, daß die Zellwände perforiert sind. „Diese Eigentümlichkeit gibt den Solenoporen in Verbindung mit der Gleichartigkeit des Zellbaues allerdings eine sehr auffällige Ähnlichkeit mit den jüngeren Lithothamnien." Auch R. Zeiller [1] hält es für wahrscheinlich, daß das Genus *Solenopora* Dyb. zu den Corallinaceen zu stellen ist.

Bezüglich des Fehlens der Poren stimmt die *S. Hilberi* mit der *S. jurassica* überein, die erstgenannte unterscheidet sich aber von ihr und von den anderen als *Solenopora* bezeichneten Formen durch ihr größeres Zellröhrenlumen, wie die folgenden Zahlen zeigen:

„*Solenopora*" *compacta* Billings . .	0,07 —0,13	mm.
„*Solenopora*" *gotlandica* Rothpletz	0,025—0,03	„
Solenopora spongioides Dyb.	0,05 —0,08	„
Solenoporella jurassica Brown . . .	0,04 —0,06	„
Solenopora Hilberi Heritsch . . .	0,20 —0,45	„

Dazu bemerke ich:

„*Solenopora*" *compacta* und „*Solenopora*" *gotlandica* haben Poren und Querwände, fallen daher nicht unter den Begriff *Solenopora* Dyb.

Solenopora spongioides und *Solenopora Hilberi* gehören zum Dybowski'schen Genus.

Solenoporella Rothpl. unterscheidet sich von den anderen durch das Vorhandensein von Querböden.

Das, was ich als *Solenopora* bezeichnet habe, ist daher etwas anderes, als das, was Rothpletz und Brown mit diesem Namen belegt haben. Auch ist die mikroskopische Struktur von jener verschieden, die die beiden genannten Autoren aufgefunden haben.

Ich habe das Fossil von Tschernawoda als Koralle beschrieben. Ich kann da hinweisen auf die Wandstruktur und sehe keinen Grund, die Versteinerung zu den Algen zu stellen. Auch das Fehlen der Böden spricht nicht gegen die Korallennatur; denn in dieser Hinsicht läßt die Einreihung der einzelnen Genera in die Familien einen weiten Spielraum. Ich erinnere da an das Genus *Stenopora* Lonsd. (Böden sehr sparsam und unregelmäßig gestellt), das bei den Monticuliporiden steht, oder an das Genus *Pleurodictyum* (Böden fehlend oder sparsam), das trotzdem bei den typischesten Tabulaten, den Favositiden, eingereiht ist, und an *Cladochonus*, der

[1] Elements de Paléobotanique. Paris 1900. p. 30, 31.

Zellröhren ohne Böden hat. Wenn es gelungen ist, für einzelne feinröhrige, unter *Solenopora* zusammengefaßte Fossilien die Algennatur nachzuweisen, so kann diese Erkenntnis nicht auf alle ähnlichen Gebilde übertragen werden. Und im Falle der *Solenopora Hilberi* spricht alles gegen eine Zuteilung zu den Algen, dafür spricht nur eine flüchtige, oberflächliche Ähnlichkeit. Autoref.

Personalia.

Übertragen: Dem a.o. Prof. Dr. **Harrassowitz**, Gießen, am 1. April d. J. das neu eingerichtete Extraordinariat für Stratigraphie und Paläontologie an der Universität Gießen.

Habilitiert: Prof. Dr. **R. Lang** an der Universität Halle a. S. für die Fächer der Geologie und allgemeinen Bodenkunde.

Miscellanea.

Professor Emil Philippi-Stiftung zur Förderung von wissenschaftlichen Arbeiten auf denjenigen Gebieten der Geologie und der Paläontologie, auf denen sich die Arbeiten des weiland Prof. Dr. E. Philippi in Jena bewegt haben.

Aus den Erträgnissen der Stiftung sollen in diesem Jahre nochmals mehrere Arbeiten je mit einem Betrage von 1000 ℳ unterstützt werden. Die unterzeichnete Kommission, der die Vergebung satzungsgemäß zusteht, fordert hierdurch zur Bewerbung auf.

Zur Bewerbung um die Unterstützung sind berechtigt: Studierende der Universität Jena und junge Gelehrte an irgend einer deutschen Hochschule. Bei im übrigen gleichwertigen Bewerbern erhalten Kriegsbeschädigte und solche von der Universität Jena den Vorzug.

Bewerbungen um die Unterstützung sind bis zum **1. Januar 1920** an den unterzeichneten derzeitigen Dekan der Philosophischen Fakultät, Herrn Geheimen Hofrat Prof. Dr. G. Linck in Jena einzureichen. Beizufügen ist ein ausführlicher Plan über den Gang und die Ziele der in Aussicht genommenen Arbeit, ferner bei Studierenden ein Zeugnis über Fleiß und Kenntnisse, ausgestellt von ihrem derzeitigen Lehrer in Geologie.

Die Verleihung der Unterstützungen erfolgt am 25. Februar, dem Todestage Emil Philippi's.

Jede mit Unterstützung der Stiftung ausgeführte Arbeit muß unter dem Titel den Vermerk tragen: „Ausgeführt mit Unterstützung der Professor Emil Philippi-Stiftung." Sieben vollständige Exemplare der Arbeit sind an die Kommission abzuliefern.

G. Linck, d. Zt. Dekan.

E. Kayser. G. Steinmann. W. v. Seidlitz.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über besondere zentrale Schnitte der Schiebungsellipsoide von Kalkspat und Rutil.

Von **Leonhard Weber** in München.

Die Formveränderung, welche ein Kristall bei der „einfachen Schiebung nach Gleitflächen" erfährt, wird bekanntlich durch ein dreiachsiges Ellipsoid bestimmt und verläuft, im Gegensatz etwa zur thermischen Ausdehnung usw., vielfach weniger symmetrisch, als es den Lösungserscheinungen der betreffenden Substanz entsprechen würde (Eisen, Rutil, Kalkspat). Es befremdet darum schließlich auch nicht, wenn die Symmetrieebenen jenes Ellipsoides gänzlich oder teilweise nicht kristallonomisch orientiert sind. Letzterer Fall trifft z. B. beim Kalkspat zu. Trotzdem gibt es Kristallflächen, die ein solches Ellipsoid in kristallonomisch orientierten Ellipsen schneiden. Das bekannteste Beispiel hierfür ist die Ellipse, welche beim Baumhauer'schen „Messerversuch" auf einer zur Gleitrichtung parallelen Rhomboederfläche aus einem zuvor eingeritzten Kreis entsteht und derart gelagert ist, daß ihre Achsen parallel und senkrecht sind zum Hauptschnitt der betreffenden Rhomboederfläche.

Welcher allgemeinen Bedingung müssen nun die Indizes einer Fläche von Kalkspat und Rutil genügen, wenn sie das Schiebungsellipsoid in einer Ellipse schneiden soll, deren Hauptachsen kristallonomisch orientiert sind?

A. Kalkspat.

Ich setze voraus, daß der Kristall bereits verschoben und derart aufgestellt sei, daß K_1 (110) die eine, K_2 (001) die andere Kreisschnittsebene bedeute. An Stelle des üblichen Miller'schen Achsenkreuzes lege ich der Rechnung ein rechtwinkliges System zugrunde, dessen x- bezw. z-Achse mit der ersten Neben- bezw. Hauptachse des hexagonalen Achsenkreuzes zusammenfällt, so daß also die Winkelhalbierende von ($\bar{a}_3$, a_2) zur y-Achse wird. Überdies bezeichne ich mit $\xi\ \eta\ \zeta$ die schiefwinkligen Koordinaten eines beliebigen Punktes P im ersten (trigonalen) und mit x y z die kartesischen Koordinaten des nämlichen Punktes im zweiten Achsensystem.

Wie eine einfache geometrische Überlegung zeigt, erhält man für die durch den Ursprung gelegten drei Flächenpaare des Grund-

rhomboeders R — unter c, wie üblich, die Länge der Hauptachse verstanden — die Gleichungen

$$\begin{aligned} 100: &\quad \xi = 0 \qquad x - \frac{y}{\sqrt{3}} - \frac{z}{c} = 0, \\ 010: &\quad \eta = 0 \qquad -x + \frac{y}{\sqrt{3}} - \frac{z}{c} = 0, \\ 001: &\quad \zeta = 0 \qquad \frac{2y}{\sqrt{3}} - \frac{z}{c} = 0, \end{aligned} \tag{1}$$

und für eine beliebige Fläche (p q r)

$$p\xi + q\eta + r\zeta = 0 \quad \text{bezw.} \quad Ax + By + Cz = 0. \tag{2}$$

Aus den Gleichungen 1 ergeben sich ohne weiteres die Verhältnisse:

$$\xi : \eta : \zeta \quad x + \frac{y}{\sqrt{3}} + \frac{z}{c} : -x + \frac{y}{\sqrt{3}} - \frac{z}{c} : -\frac{2y}{\sqrt{3}} + \frac{z}{c}. \tag{3}$$

welche in 2 eingesetzt für die Beziehung zwischen (p q r) einerseits und (A B C) anderseits die Proportionen liefern

$$A : B : C = (p - q)\, c\sqrt{3} : (p + q - 2r)\, c : (p + q + r)\sqrt{3}.$$

Dies vorausgesetzt findet man für die beiden Kreisschnittsebenen die Gleichungen:

$$\begin{aligned} K_1 (110) &\qquad cy + \sqrt{3}z = 0 \\ K_2 (001) &\qquad -2cy + \sqrt{3}z = 0 \end{aligned}$$

Von der Fläche

$$E\,(pqr) \equiv (p-q)\, c\sqrt{3}\, x + (p+q-2r)\, cy + (p+q+r)\sqrt{3}\, z = 0$$

werden K_1 und K_2 in zwei Geraden G_1 und G_2 geschnitten, deren Komponenten sich nach dem üblichen Algorithmus der Zonenrechnung ergeben, so daß kommt:

$$\begin{aligned} G_1: &\quad 3r, \qquad (p-q)\sqrt{3}, \qquad (p-q)\, c, \\ G_2: &\quad -3(p+q), \quad (p-q)\sqrt{3}, \qquad 2(p-q)\, c \end{aligned} \tag{4}$$

Längs diesen zwei Geraden schneidet die Ebene E (p q r) das Schiebungsellipsoid in gleichen Radien. Die Hauptachsen der in (p q r) gelegenen Schiebungsellipse sind daher die Winkelhalbierenden von (G_1, G_2), und ihre Komponenten ergeben sich als Summe bezw. Differenz der Komponenten von G_1 und G_2, falls diese Vektoren auf die nämliche Länge gebracht sind. Zwecks dieser Reduktion sind sämtliche Komponenten von G_1 durch

$$\sqrt{9r^2 + 3(p-q)^2 + (p-q)^2 c^2}$$

und die Komponenten von G_2 durch

$$\sqrt{9(p+q)^2 + 3(p-q)^2 + 4(p-q)^2 c^2}$$

zu dividieren. Da nun die Ellipsenachsen kristallonome Richtungen sein sollen, so müssen sich ihre rechtwinkligen Komponenten verhalten wie

$$x_1 : x_2\sqrt{3} : x_3 c.$$

wo π_1, π_2, π_3 teilerfremde ganze Zahlen sind. Im vorliegenden Fall ist das einzig dadurch erreichbar, daß die beiden Quadratwurzeln sich nur um einen ganzzahligen Faktor unterscheiden. Aus der Vergleichung der Koeffizienten von c^2 folgt, daß die erste Wurzel mit 2 zu multiplizieren ist. Die gesuchte allgemeine Bedingung lautet daher:

$$12r^2 + 4(p-q)^2 \quad 3(p+q)^2 + (p-q)^2$$

oder gekürzt

$$r^2 = pq.$$

Alle ganzzahligen Werttripel (p q r), die dieser Gleichung genügen, sind Lösungen unseres Problems. Sie lassen sich sofort hinschreiben und lauten

$$p = \varepsilon\alpha^2, \qquad q = \varepsilon\beta^2, \qquad r = \pm\varepsilon\alpha\beta. \tag{5.}$$

wo $\varepsilon = \pm 1$ und α und β alle ganzzahligen, teilerfremden Wertpaare durchlaufen.

Für die Hauptachsen A_1 und A_2 der in (p q r) gelegenen Schiebungsellipse erhält man:

$$\begin{aligned} A_1': &\quad -(p+q-2r). \quad (p-q)\sqrt{3}. \quad 0. \\ A_2': &\quad 3(p+q+2r). \quad (p-q)\sqrt{3}. \quad -4(p-q)c. \end{aligned} \tag{6.}$$

Aus der Zugehörigkeit dieser Komponenten zum rechtwinkligen Achsensystem ersieht man leicht, daß die eine der beiden Achsen (hier A_1') in der Basis liegt, was natürlich zum vorneherein als einzig möglich zu erwarten stand.

Mit Hilfe der Gleichung 3 findet man aus 6 die schiefwinkligen Komponenten der fraglichen Hauptachsen, nämlich:

$$\begin{aligned} A_1: &\quad q-r, \quad r-p, \quad p-q. \\ A_2: &\quad q-r, \quad -(r+p), \quad -(p-q) \end{aligned}$$

Zu den Ebenen (p q r), welche den Bedingungen 5 genügen, kommt noch ein Flächenbüschel hinzu, das in der Zone $[1\bar{1}0]$ der beiden Kreisschnittsebenen liegt und sich darum der eben gegebenen Ableitung nicht fügt, da die Geraden G_1 und G_2 mit der Zonenachse $[1\bar{1}0]$ zusammenfallen. Das allgemeine Symbol dieser Flächen ist (p p q), wo p und q teilerfremd, im übrigen aber beliebig sind. Die zugeordneten Hauptachsenrichtungen haben die Indizes

$$A_1: [1\bar{1}0] \quad \text{und} \quad A_2: [q\,q\,2p].$$

Ich beweise noch folgenden, interessanten Satz: Eine von zwei Flächen

$$p_i = \alpha_i^2, \qquad q_i = \beta_i^2, \qquad r_i = \alpha_i\beta_i, \qquad i = 1,2$$

bestimmte Zone enthält keine weiteren Flächen dieser Form der Indizes.

Wäre $p = \alpha^2$, $q = \beta^2$, $r = \alpha\beta$ (α und β können positiv oder negativ sein) eine dritte Fläche der von E_1 und E_2 gebildeten Zone, so hätte man

$$\lambda_1 \alpha_1^2 + \lambda_2 \alpha_2^2 = \lambda \alpha^2,$$
$$\lambda_1 \beta_1^2 + \lambda_2 \beta_2^2 = \lambda \beta^2,$$
$$\lambda_1 \alpha_1 \beta_1 + \lambda_2 \alpha_2 \beta_2 = \lambda \alpha \beta.$$

Die Division der beiden ersten Gleichungen gibt, falls man $\alpha : \beta = M$ setzt,

$$\lambda_1 (\alpha_1^2 - M^2 \beta_1^2) = \lambda_2 (M^2 \beta_2^2 - \alpha_2^2),$$

und aus der Division der ersten durch die dritte Gleichung kommt:

$$\lambda_1 \alpha_1 (\alpha_1 - M \beta_1) = \lambda_2 \alpha_2 (M \beta_2 - \alpha_2).$$

Das Verhältnis dieser beiden abgeleiteten Gleichungen lautet:

$$\frac{\alpha_1 + M \beta_1}{\alpha_1} = \frac{M \beta_2 + \alpha_2}{\alpha_2},$$

und zeigt, daß entweder $M = 0$ oder $\alpha_1 : \beta_1 = \alpha_2 : \beta_2$. Der eine wie der andere Fall hätte zur Folge, daß E_1 und E_2 die nämliche Fläche wären, was der Voraussetzung zuwider ist.

B. Rutil.

Nach Mügge[1] zeigen gewisse Rutilkristalle Schiebungen, bei denen (011) und (031) Kreisschnittsebenen sind.

Als Bezugssystem kann hier das kristallographische Achsenkreuz verwendet werden. Die beiden Kreisschnittsebenen haben dann die Gleichungen:

$$K_1 (011) \qquad y + \frac{z}{c} = 0,$$

$$K_2 (031) \qquad -3y + \frac{z}{c} = 0.$$

Von der Ebene E (h k l) werden sie — das Resultat ergibt sich wieder nach dem üblichen Algorithmus — in zwei Geraden G_1 und G_2 geschnitten mit den Komponenten:

$$G_1: \quad k - l, \quad -h, \quad hc,$$
$$G_2: \quad k + 3l, \quad -h, \quad -3hc.$$

Eine analoge Überlegung wie beim Kalkspat ergibt hier für die Existenz kristallonomer Hauptachsen die Gleichung:

$$9 (k - l)^2 + 9h^2 = (k + 3l)^2 + h^2,$$

wofür man auch

$$h^2 = k (3l - k)$$

schreiben kann. Hierin sind wegen der Ganzzahligkeit von h die Faktoren k und $3l - k$ von der allgemeinen Form

$$k = \varepsilon \alpha^2 \beta, \qquad 3l - k = \varepsilon \beta \gamma^2,$$

also

$$h = \pm \alpha \beta \gamma \quad \text{und} \quad l = \varepsilon \frac{\beta (\alpha^2 + \gamma^2)}{3}.$$

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. 1886. I. 147—153 u. dies. Centralbl. 1902. 72 f.

Man zeigt leicht, daß $\alpha^2 + \gamma^2$ nicht durch 3 teilbar sein kann, wenn nicht α und γ einzeln durch 3 teilbar sind. Da dies zur Folge hätte, daß die drei Indizes h, k und l nicht teilerfremd wären, so setzt man einfacher $\beta = 3$ und bekommt

$$h = \pm 3\alpha\gamma, \qquad k = 3\varepsilon\alpha^2, \qquad l = \varepsilon(\alpha^2 + \gamma^2).$$

Hierin durchlaufen α und γ alle teilerfremden, ganzzahligen Wertpaare; ε bedeutet die positive oder negative Einheit, aber unabhängig vom Vorzeichen des ersten Index.

Die Richtungen von A_1 und A_2 sind $3G_1 \pm G_2$ und haben die Komponenten:

$$A_1: \ k, \ -h, \ 0. \qquad A_2: \ k - 3l, \ -h, \ 3hc.$$

also die Indizes

$$A_1\,[k\,h\,0], \qquad A_2\,[k - 3l, \ h, \ 3h].$$

Wie beim Kalkspat, so sind auch hier noch jene Ebenen hinzuzurechnen, welche zur Ebene der Schiebung (100) senkrecht stehen und das allgemeine Symbol (0 k l) haben, wo k und l alle teilerfremden Paare positiver und negativer ganzer Zahlen bedeuten. Die zugehörigen Ellipsenhauptachsen haben die Indizes

$$A_1\,[100], \qquad A_2\,[0\,l\,k].$$

Erwähnt sei noch, daß für die Flächen

$$h = \pm 3\alpha\gamma, \qquad k = 3\varepsilon\alpha^2, \qquad l = \varepsilon(\alpha^2 + \gamma^2)$$

der oben beim Kalkspat ausgesprochene Satz auch Gültigkeit hat.

Bekanntlich ist es Grühn und Johnsen[1] nicht gelungen, die eben behandelte Schiebung durch künstliche Pressung zu bestätigen. Dafür machten sie die bedeutungsvolle Entdeckung, daß beim Rutil noch eine andere Schiebung möglich ist, nämlich jene mit den Kreisschnitten K_1 (011) und K_2 (011). Es ist nun überaus interessant, auch für diesen Fall die Flächen (h k l) zu ermitteln, welche das jetzt viel symmetrischer liegende Schiebungsellipsoid in Ellipsen mit kristallonomen Hauptachsen schneiden.

Führt man zu dem Zweck die Rechnung analog wie soeben durch, so findet man für die Geraden G_1 und G_2 die Komponenten

$$G_1: \ k - l. \ -h, \qquad hc.$$
$$G_2: \ k + l. \ -h. \ -hc.$$

Die gesuchte Bedingung lautet daher

$$(k - l)^2 = (k + l)^2,$$

d. h. die entsprechenden Ebenen sind — mit Einschluß jener, welche zur Ebene der Schiebung senkrecht stehen — in den Zonen [100], [010], [001] gelegen und umgekehrt.

[1] Dies. Centralbl. 1917. 366.

Die Hauptachsen der einer beliebigen Kristallfläche zugeordneten Schiebungsellipse sind in den hier untersuchten Fällen beide zugleich entweder kristallonom oder nicht kristallonom. Der Fall, wo nur eine Achse kristallonom ist, kann sich nur dann einstellen, wenn nicht beide Kreisschnittsebenen kristallonom sind.

München, den 14. Mai 1919.

(Eingegangen am 26. Mai 1919.)

Kurze Bemerkung zu dem Aufsatz von Herrn Erh. Vortisch über die Mischkristalle (K, Na) Cl in ternären Systemen.

Von **Ernst Jänecke** in Hannover.

Herr Vortisch irrt, wenn er meint, daß ich „um jeden Preis" bei gewissen Dreistoffsystemen aus den experimentell ermittelten Resultaten einen bestimmten Typus konstruieren wolle. Meinen Auseinandersetzungen über das System $BaCl_2$—KCl—NaCl habe ich nichts hinzuzufügen. Es ändert sich auch dadurch nichts Wesentliches, daß mittlerweile (1918) von Nacken gefunden wurde, daß zwischen KCl und NaCl nur oberhalb 500° eine kontinuierliche Reihe von Mischkristallen besteht. Tatsächlich „ist es leicht", das System so zu interpretieren, wie ich es getan habe. Herr Vortisch scheint dagegen übersehen zu haben, daß ich im letzten Absatz meiner 1914 verfaßten Erwiderung ausdrücklich bemerkte, daß der von mir erörterte Typus sich *nicht* in einigen der von mir früher erwähnten Salzmischungen findet.

Zu dem Aufsatz von Herrn Vortisch muß ich jedoch hinzufügen, daß ich niemals eine Figur und einen Typus erörtert habe, wie er ihn in Fig. 1 b mit der Unterschrift angibt: Dreistoffsystem mit drei Bodenkörpern besonderer Art *nach* E. Jänecke. Diese Fig. 1 b stellt nämlich einen *unmöglichen* Fall dar, indem von einem ternären *Entektikum* zwei entektische Linien und eine Übergangslinie ausgehen. Auf die Unmöglichkeit solcher Fälle habe ich bereits früher einmal bei Besprechung ternärer Systeme hingewiesen (in den Beiblättern der Annalen der Physik, **10**. 1916. p. 227). Von einem ternären Eutektikum müssen immer *drei* eutektische Linien ausgehen, niemals aber eine Übergangslinie und zwei eutektische Linien, wie dieses ausführlich dargelegt ist in dem bekannten Werke: Roozeboom, Phasenlehre. III, 1. p. 70 u. p. 90.

Hannover, im August 1919.

Eine Fauna aus Schichten der Kreide-Tertiärgrenze in der argentinischen Cordillere des südlichen Mendoza.

Von **Hellmut Fritzsche**, Bonn a. Rh.

An das Ende der Kreidezeit fallen die ersten Vorboten der andinen Faltung, deren Spuren wir in Westpatagonien z. B. am Cerro Lotena beobachten können. Diese orogenetischen Vorgänge im Westen Patagoniens waren nach Windhausen[1] im Osten vom Zerfall des brasilianisch-äthiopischen Kontinents begleitet. Es ist das Verdienst dieses Autors, darauf hingewiesen zu haben, daß damit auch die Transgressionen von der andinen, pazifischen Seite aufhören und die Ära der Transgressionen von Südosten und Osten, von der atlantischen oder anarktischen Seite, deren Zeugen uns in der San Jorge-Stufe, der patagonischen und der Paraná-Stufe vorliegen, beginnt. Während das Alter der beiden letztgenannten Stufen als untermiocän und pliocän ziemlich einwandfrei feststeht, ist eine sichere Altersfeststellung der San Jorge-Stufe, die in die Nähe der Kreide-Tertiärgrenze fällt, noch nicht möglich gewesen. Die nördlichsten Ablagerungen dieser Stufe sind in der Umgegend der Cañada Colorada in der argentinischen Provinz Mendoza gefunden, doch bisher noch unvollkommen bekannt geworden[2]. Diese Lücke unserer Kenntnisse zu verringern und einen Beitrag zu der umstrittenen Altersfrage der San Jorge-Stufe zu liefern, dient eine neue Fauna, die Herr Prof. Dr. Gerth aus dieser Gegend des südlichen Mendoza sammelte und die er mir freundlichst zur Bearbeitung überließ. Da ihre endgültige Veröffentlichung sich noch einige Zeit hinausschieben wird, seien ihre vorläufigen Ergebnisse hier kurz mitgeteilt.

Die Fauna verteilt sich auf folgende Fundpunkte: Paso Loncoche, Rio Malarguë, Arroyo Pequenco, Cañada de los molles. Arroyo de la Ventana, Antilou (oberhalb westlich Chacay) und Las Aucas, die sich in dieser Reihenfolge am Ostrand der Cordillere vom Rio Grande im Süden bis zum Rio Diamante im Norden hinziehen.

[1] A. Windhausen, Einige Ergebnisse zweier Reisen in den Territorien Rio Negro und Neuquéen. N. Jahrb f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVIII. 1915. p. 325—362; — The problem of the cret.-tert. boundery in South America and the stratigr. position of the San Jorge-Formation i. Patagonia. Amer. Journ. of Science. **44**. 1918.

[2] Carl Burckhardt, Profiles géologiques transverseaux de la Cordillière Argentino-Chilienne. Annales del Museo de la Plata. 1900. H. Gerth, Stratigraphie und Bau der Argentinischen Cordillere zwischen dem Rio Grande und dem Rio Diamante. Z. d. d. geol. Ges. Monatsber. 1913. p. 572. — A. Windhausen, 1918. l. c. p. 17 ff.

Über Sandsteinen, braunen oder roten Mergeln und Konglomeraten der obercretacischen bunten Sandsteine (Areniscas abigarradas) liegt hier ohne sichtbare Diskordanz eine Schichtenserie aus verschieden gefärbten Mergeln, reinen oder mergeligen Sand- und häufig hart und splittrig ausgebildeten Kalksteinen mit örtlich auftretenden Gipslagen. An der Basis der Schichtenfolge treten zunächst limnisch-brackische Ablagerungen auf, denen mehr brackische Bildungen folgen, die im Ostflügel der Malarguë-Mulde von mit Gips durchsetzten schiefrigen Mergeln und Kalken überlagert werden. Den Höhepunkt der Transgression bedeuten die dann folgenden Schichten mit rein marinen Fossilien, die auf ein mäßig tiefes Meer hinweisen. Durch das Vorherrschen von Kalken und Mergeln und das Zurücktreten der Sandsteine scheint diese Kulminationsphase petrographisch ausgezeichnet zu sein. Fossilleere rote Mergel, Kalke und Sandsteine beschließen den Sedimentationszyklus. Das Ganze wird überlagert von Geröllagen enthaltenden Tuffsandsteinen, Tuffen und Laven von Feldspatbasalten und Pyroxenandesiten.

Die limnisch-brackischen Formen treten verkieselt auf in braunen, z. T. mergeligen Sandstein- und Sandkalkbänken, bei Arroyo Chacay und Arroyo de la Ventana in oolithischen Kalken. Es liegen vor *Paludina (Campeloma?) malarguana* n. sp., die mit der in der Laramie-Stufe vorkommenden *Campeloma producta* White[1] große Ähnlichkeit hat, *Paludina (Vivipara)* n. sp., einige unbestimmbare Arten von *Hydrobia*, ferner *Planorbis* sp. und *Goniobasis (?)* sp.

Durch mehrere Schichten, welche keine Versteinerungen geliefert haben, getrennt, folgen über den Paludinenschichten plattige Kalksandsteine mit verkieselten Melanien und Cerithien. *Melania* n. sp. ist eine große, schlanke, glatte Form mit zahlreichen flachen Windungen, *Cerithium* n. sp. ist etwas kleiner und ihre Umgänge sind mit wenigen, doch scharfen Längsrippen verziert.

Die marine Fauna ist auf mehrere Horizonte kalkiger oder mergeliger Ausbildung verteilt. Folgende Formen konnten nachgewiesen werden: *Cardita Beaumonti* d'Arch., außerordentlich verbreitet, entweder als Steinkern oder Abdruck aus gelben, mehr oder weniger sandigen Kalken wie beim Rio Malarguë und Paso Loncoche, oder bei Arroyo Penquenco mit erhaltener Schale. Es ist kein Zweifel, daß es sich um diese verbreitete und veränderliche Art handelt und somit *C. Morganiana* Rathb. (= *C. Beaumonti* d'Arch.) doch in der San Jorge-Stufe vertreten ist. Die vorliegenden Formen stehen den tunesischen Vertretern der *C. Beaumonti* besonders nahe[2].

[1] Charles A White, Contributions to the Paleontology of Brazil Rio de Janeiro 1888. Taf 26 Fig. 21—27.

[2] L. Pervinquière, Études de Paléontologie tunésienne. II. Gastropodes et Lamellibranchiates des terrains crétacés. Paris 1912.

Größe, Umriß, Stärke der Klappenwölbung, Form und Lage der Wirbel, Stärke und Ausbildung der dreiteiligen Rippen sind fast genau gleich, wenn auch die Körnelung der mittleren Teilrippen bei den patagonischen Stücken z. T. etwas schwächer zu sein scheint. Das Verhältnis der *C. Beaumonti* d'Arch. zu den von den übrigen Lokalitäten der San Jorge-Stufe aufgeführten Carditen[1] kann definitiv erst durch Vergleichsmaterial geklärt werden; denn die erhebliche Verwirrung, die unter ihnen in der Literatur herrscht, die schlechten Abbildungen und lückenhaften Beschreibungen erlauben eine zweifelsfreie Lösung dieser Frage nicht. Immerhin erscheint es als höchst wahrscheinlich, daß ein Teil derselben in den Kreis der *C. Beaumonti* d'Arch. gehört. Es gilt dies vor allem für *C. Burmeisteri* J. Böhm und *Iheringi* J. Böhm, die jedenfalls beide zu *C. Burckhardti* Ih. zusammengefaßt werden müssen und die wohl als nichts anderes als große, im Umriß mehr kreisförmige Abarten der *C. Beaumonti* d'Arch. anzusehen sind. So ähneln die 1901 von Burckhardt[2] und 1907 von Ihering[3] abgebildeten Steinkerne von *C. Morganiana* Rathb. bezw. von *C. Burmeisteri* B. und *Iheringi* B. außerordentlich den Fig. 19 und 20 der *C. Beaumonti*. Taf. 18 des Pervinquière'schen Werkes[4]. — Als weitere Art: *Plicatula georgiana* n. sp., die bereits Burckhardt 1901 als *Pl.* aff. *multicostata* Forbes beschreibt. Sie unterscheidet sich jedoch von der typischen *Pl. multicostata* F. durch geringere Zahl sowohl der ursprünglich angelegten als der endgültig entwickelten Rippen, durch die anfangs kräftigere und abweichende Teilung derselben, schließlich durch eine mehr runde, im ganzen breitere Gestalt der Schale. Als eine ihr nahestehende Art ist daher weniger *Pl. multicostata* F. als *Pl. Ferregi* Coqu. anzusehen[5]. — Ebenfalls sehr häufig *Gryphaea mendozana* n. sp., eine Form, die *Gr. Rothi* Böhm sehr nahe steht, sich von ihr aber durch geringere Wölbung und runderen Rücken der Unterklappe, weit dickere Schale, größeres Schloßfeld und weniger stark einwärts gekrümmte Wirbel unterscheidet. Sie ist vermutlich ident mit der 1901 von Burckhardt[6] angeführten *Gryphaea*, die dieser Autor jedoch zu *Gr. vesicularis* Lam. stellt, mit der die vorliegenden Formen nichts zu tun haben. — *Hemipecten (Himites) Windhauseni* n. sp., eine große, flache Form mit zahlreichen, einfachen Rippen, und *Pecten (Camptonectes)* n. sp.,

[1] H. v. Ihering, Les mollusques foss. du Tertiaire et du Crétacé sup. de l'Argentine. Buenos Aires 1907. Annales del museo nacional de Buenos Aires. **14**.

[2] C. Burckhardt, Le gisement supra-crétacique de Roca (Rio Negro). Rev. del museo de La Plata. 1901. Taf. 10.

[3] H. v. Ihering, l. c. Taf. 3 Fig. 12.

[4] L. Pervinquière, 1912. l. c.

[5] L. Pervinquière, 1912. l. c. Taf. 12 Fig. 6—14.

[6] C. Burckhardt. 1901. l. c.

eine Form, die mit *Camptonectes curvatus* Geinitz[1] aus der Trichinopoly-Gruppe Vorderindiens und dem Turon und Senon Europas verglichen werden kann, doch etwas weniger stark vom Wirbel abfallende Seitenränder besitzt, und deren feine Radialrippen an den oberen Rändern wagerecht verlaufen oder sogar etwas nach oben gezogen sind. — Ferner *Trigonia Gerthi* n. sp., eine kleine, zur Gruppe der Scabroidea gehörige, mit Knotenrippen verzierte Art, die eine bemerkenswerte Ähnlichkeit insbesondere in der Art der Berippung mit der im Neocom von Arqueros in Chile auftretenden *Tr. Delafossei* Leym., in der Form auch zu *Tr. aliformis* Park.[2] besitzt. Kennzeichnend ist der Verlauf ihrer Rippen, die von vornherein gerade sind und keine Andeutung eines um den Wirbel konzentrischen Verlaufs erkennen lassen und bald nach ihrem Beginn sogar einen nach vorn leicht konvexen Bogen beschreiben. — Von Loncoche stammt der Steinkern einer zweiten, wahrscheinlich sehr dünnschaligen *Trigonia*, der jedoch deutlich den Verlauf der Rippen erkennen läßt. Die Ähnlichkeit dieser Art mit der im Senon Vorderindiens (Trichinopoly-Gruppe) gefundenen *Tr. tuberculifera* Stol.[3] ist überraschend und sie möge daher als *Tr.* cf. *tuberculifera* Stol. bezeichnet werden. — Zwei Turritellen, die nur wenig gut erhalten sind und mit keiner der aus der San Jorge-Stufe bekannten Turritellen-Arten identifiziert werden können. Die eine von ihnen, *Turritella* cf. *Sylviana* Hartt., hat ein schlankes Gehäuse mit flachen Umgängen, die von einer unteren kräftigen Spiralrippe und darüberliegenden zahlreichen feineren Spiralstreifen verziert sind. Diese feinen Spiralstreifen sind jedoch nicht alle gleichmäßig stark wie bei der sonst sehr ähnlichen *T. Doeringi* J. Böhm[4], sondern zwei von ihnen treten schärfer hervor, ähnlich wie bei *T. Sylviana* Hartt.[5]. Die zweite, *Turritella* n. sp., kann mit mittelgroßen Varietäten von *T. (Torcula) dispassa* Stol.[6] aus dem Ariyalur-System Vorderindiens verglichen werden. Ihre fast glatt erscheinenden, nur mit einzelnen feinen Spiralstreifen verzierten Windungen sind gekielt, ihr Profil infolgedessen kantig. — Zu diesen Formen gesellen sich eine kleine, nur als Steinkern vorliegende *Pholadomya*, eine *Perna* sp. ind., einige andere unbestimmbare Lamellibranchiaten und Gastropoden, ferner *Bryozoa* sp. div., ein Krebs und Haifischzähne.

[1] Ferd. Stoliczka, Cretaceous Fauna of India. 3. The Pelecypoda Pal. Indica. Ser. 1, 3, 5, 6, 8. Kalkutta 1671 p. 433. Pl. 41 fig. 4—6.

[2] John Lycett, A Monograph of the british fossil Trigoniae. London 1872—79. p. 116 ff. Taf. 25.

[3] Ferd. Stoliczka, l. c. p. 315 Pl. 15 fig. 10—12.

[4] H. v. Ihering, 1907. l. c. p. 38.

[5] Charles A. White, Contributions to the Paleontology of Brazil Rio 1888. Pl. 18 fig. 10.

[6] Ferd. Stoliczka, The Gastropoda of the Cret. Rocks of S.-Ind Pal. Indica. 5. 1—4. Pl. 16 fig. 13 d.

Aus den folgenden Profilen, die ich der Güte des Herrn Prof. Gerth verdanke, ist die genaue Schichtfolge an den einzelnen Lokalitäten zu ersehen. Die genannten Fossilien sind soweit als möglich den Profilen eingefügt.

I. Schichtfolge am Paso Loncoche zwischen Co Bota Mallin im W. und Co Tronquimalar im O.

a) 1. Feldspatbasalt- und Pyroxenandesit-Laven.
2. Tuffe und Agglomerate.
b) Graue Tuffsandsteine und Geröllagen.
c) Rote Mergel mit hornsteinähnlichen Kalkknollen.
d) Gelblichgrünliche Mergel, darin harte splittrige Kalkbank und rötlichgraue Sandsteinlagen.
e) Grünliche Mergel mit harten hornsteinähnlichen Kalkknollenlagen.
f) Bunte Mergel, Kalkbänke mit Steinkernen von *Cardita Beaumonti* d'Arch., *Perna* sp., *Pholadomya* sp., *Hemipecten Windhauseni* n. sp. und *Camptonectes* cf. *curvatus* Gein.
g) 1. Mergelkalk mit *Cardita Beaumonti* d'Arch., *Plicatula georgiana* n. sp.
2. Mergel mit *Gryphaea mendozana* n. sp.
3. Kalkbank voll Steinkernen der *Cardita Beaumonti* d'Arch., *Trigonia* cf. *tuberculifera* Sow.
4. Plattige Kalke mit Bryozoen vom Arroyo de la Ventana.
5. Gipsführende Schichten von Malarguë.
h) 1. Brauner plattiger Kalksandstein mit verkieselten Fossilien. *Melania* n. sp., *Cerithium* n. sp.
2. Mürbe grüne Sandsteine und Mergel.
3. Bräunliche Mergelkalkbank mit Kieselgeoden.
4. Grüne sandige Mergel, darin Sandkalkbank mit *Paludina malarguana* n. sp., *Paludina* (*Viripara*) n. sp., *Hydrobia* n. sp.
5. Braune oolithische Kalke.
i) Rote Mergel und mürbe rote Sandsteine.
k) Brauner grobkörniger Sandstein.
l) Hornblendeandesit-Lagergang.
m) Rote Sandsteine und Konglomerate, die, von Andesitgängen und -lagern durchsetzt, den Co Tronquimalar aufbauen.

Die Hornblendeandesitgänge durchsetzen alle Schichten bis zu den Tuffen und Geröllen (b), in denen man bereits Gerölle von ihnen findet.

II. Schichtfolge zwischen dem Rio Malarguë und dem Arroyo Penquenco (Ostflügel der Malarguë-Mulde).

a) Brüchige Mergel und Kalkbänke mit Steinkernen von *Cardita Beaumonti* d'Arch.
b) Dicke Kalkbank (morphologisch stark hervortretend) voll Steinkernen der *Cardita Beaumonti*.
c) Mergel mit *Gryphaea mendozana* n. sp.

d) Mergelkalk mit Zweischalern, Krebsscherengliedern und Haifischzähnen.
e) Schiefrige Mergel und Kalke von Gips durchsetzt, stellenweise Rauhwacke ähnlich.
f) Brauner plattiger Kalksandstein mit verkieselten Melanien und Cerithien.
g) Mürbe grüne Sandsteine, mergelig verwitternd.
h) Braune Sandsteinbänke voll verkieselter Gastropoden (*Viripara* und *Hydrobia*), in Mergel eingeschaltet.
i) Brauner grobkörniger Sandstein (Liegendes).

III. Schichtfolge am Arroyo de la Ventana, Arroyo Chacay.

a) Kalke voll Steinkernen und Abdrücken der *Cardita Beaumonti*.
b) Mergelkalk mit *Gryphaea mendozana* n. sp.
c) Plattiger Kalk mit Bryozoen.
d) (= der Stufe h) 1. der Schichtfolge I.) Grüne mergelige Sandsteine, darin härtere, braune plattige Lagen, die bei Loncoche verkieselte Melanien und Cerithien führen.
e) (= der Stufe h) 4. der Schichtfolge I.) Braune Sandsteinbank mit verkieselten Gastropoden (*Viripara*).
f) Grüne mürbe Sandsteine, wechselnd mit plattigen braunen Kalksteinlagen.
g) Dichte splittrige Kalkbank.
h) Grünliche und gelbliche Sandsteine, mergelig verwitternd, darin tonige und bituminöse Kalkbänke.
i) Oolithischer Kalk mit *Planorbis* und *Hydrobia*.
k) Gelbe Mergel und plattig-schiefrige Sandsteine.
l) Tuffsandsteinlage.
m) Braune und rote Mergel, Sandsteine und Konglomerate der oberen Kreide (Liegendes).

IV. Schichtfolge bei Las Aucas (Rio Diamante).

Blaßrote Sandsteine und Konglomerate (Hangendes).
Kalk mit *Cardita Beaumonti* d'Arch., *Trigonia Gerthi* n. sp., *Turritella* cf. *Sylviana* Hartt., *Turritella* sp.
Mergelkalk mit *Gryphaea mendozana* n. sp.
Grüne sandige Mergel mit braunen Sandsteinbänken und oolithischen Kalken mit *Planorbis* sp.
Rote Sandsteine und Konglomerate der oberen Kreide (Liegendes).

Das Bild der Gesamtheit der bisher am Rio Malarguë und den übrigen Punkten des südlichen Mendoza aufgefundenen Formen läßt ein eigenes Gepräge der ganzen Fauna erkennen. Arten, die schon aus der San Jorge-Stufe bekannt waren, hat sie mit Ausnahme der *Cardita Beaumonti* d'Arch. (s. oben) nicht geliefert, wenn auch anzunehmen ist, daß eine Revision der übrigen San Jorge-

Fossilien weitere Identitäten ergibt. Trotz weiter unten noch zu erwähnenden Verschiedenheiten fällt die große Ähnlichkeit, die unsere Fauna ihrem ganzen Charakter nach mit der San Jorge-Fauna besitzt, ohne weiteres auf. Eine ähnliche Vergesellschaftung von Gattungen findet sich, und hier wie dort das charakteristische massenhafte Auftreten der Carditen und Gryphaeen. Auch die stratigraphische Lage ist die gleiche. Die bunten Sandsteine bilden sowohl für die Malarguë-Schichten als für die San Jorge-Stufe das unmittelbare Liegende. Die im Hangenden des Profils vom Paso Loncoche etc. auftretenden feldspatbasaltischen und pyroxenandesitischen Laven und Tuffe finden im südlichen Teile der nördlichen Zone der Roca-Fazies, beim Rio Grande, ein Analogon in einem ähnlichen Komplex vulkanischen Materials in Gestalt andesitischer Tuffe und Laven, die der erodierten Oberfläche der Roca-Schichten aufgelagert sind. Der lithologische Charakter beider Schichtgruppen ist ebenfalls recht ähnlich. Gipseinlagerungen treten bei Malarguë und, wenn auch hier in mehr sandig-tonigen Schichten, in der unteren Schichthälfte der Roca-Fazies auf, am Rio Grande und bei General Roca. Es sind somit genügende Anhaltspunkte vorhanden, um die Äquivalenz beider Bildungen darzutun, in ihnen die Zeugen des gleichen Transgressionsvorganges zu sehen und die Malarguë-Schichten mit zur San Jorge-Stufe zu rechnen[1]. — Ihre Auflagerung auf die liegenden bunten Sandsteine ist konkordant, jedenfalls hat Gerth eine deutliche Diskordanz, wie sie neben konkordanter Auflagerung von mehreren übrigen Lokalitäten der San Jorge-Formation durch Windhausen beschrieben worden ist, nicht feststellen können. Vielmehr sind die Malarguë-Schichten mit ihrem Liegenden zusammen in flache, weitausladende Falten gelegt und bilden z. B. zwischen dem Rio Malarguë und Arroyo Pequenco den Ostflügel einer flachen Mulde.

Wenn eine sichere und eindeutige Altersbestimmung bisher für die San Jorge-Stufe noch nicht möglich gewesen ist, so hat das seinen Grund darin, daß dazu mehrere für Altersparallelisierungen wichtige Methoden gar nicht oder nur in geringem Maße anwendbar sind. Ihre Fauna ist eine Mischfauna mit ausgesprochen cretacischen neben schon tertiären Zügen und weist weder im ganzen noch durch eine größere Anzahl einzelner Arten eindeutige Beziehungen zu Faunen anderer Lokalitäten auf, die ihrem Alter nach bekannt sind. Auch die vergleichsweise Heranziehung des Liegenden und Hangenden zur Altersbestimmung führt zu keinem bestimmten Resultat. Es kann hierdurch nur als sicher festgestellt werden, daß die San Jorge-Stufe weit älter ist als die untermiocäne patagonische Stufe und

[1] wie dies auch von Windhausen und anderen Autoren bereits geschehen ist.

jünger als die obercretacischen, wahrscheinlich bis in das Senon reichenden bunten Sandsteine, denen sie fast in ihrer ganzen Verbreitung transgressiv aufgelagert ist. Nur am Lago Argentino in Südpatagonien liegt sie über marinem Obersenon andinen Charakters, und das hier aufgeschlossene Profil erlaubt eine noch nähere Festsetzung der unteren Altersgrenze. Die cephalopodenführenden Obersenonschichten gehen hier allmählich in den cephalopodenarmen, nur noch wenige Baculiten etc. enthaltenden Horizont mit *Lahillia luisa* über. Diese Schichten mit *Lahillia luisa* rechnet Wilckens[1] schon zum Georgium, Windhausen schließt sie jedoch ausdrücklich von dem völlig cephalopodenfreien San Jorge aus und stellt vielmehr hierzu die im Hangenden des Luisenus auftretenden Austernbänke, die petrographisch und faunistisch etwas Neues dem Liegenden gegenüber darstellen. Bestätigt sich diese wohlbegründete Annahme Windhausen's, so kommt für das Alter der San Jorge-Stufe das Obersenon — vielleicht mit Ausnahme des allerjüngsten Senon — nicht mehr in Betracht.

Während man nun mit Wilckens seit 1906[2] ein senones bezw. obersenones Alter des Georgiums annahm und Windhausen sich dieser Feststellung 1915 vorläufig noch anschloß, plädiert dieser Autor in seiner neuesten Arbeit[3] mit Nachdruck für ein jüngeres Alter, und zwar für Oberpaleocän oder Untereocän. Es leiten ihn hierbei folgende Gesichtspunkte:

1. Die Sonderstellung der San Jorge-Stufe in diastrophischer und faunistischer Hinsicht gegenüber den brasilianischen Ablagerungen des Danien oder irgendwelchen anderen obercretacischen Bildungen Südamerikas oder der Tethysregion, zu denen nach Windhausen keinerlei Beziehungen bestehen.

2. Eine gewisse Ähnlichkeit der San Jorge-Fauna mit jener anarktischen Fauna, die sich nach Ihering im Frühtertiär von Neuseeland bis Chile und Patagonien ausgebreitet haben soll. Windhausen hält deshalb die San Jorge-Fauna für identisch mit der in Patagonien bisher vermißten anarktischen Fauna des Frühtertiärs.

3. Der zweifellos starke tertiäre Einschlag der Fauna, dem gegenüber nach Windhausen die cretacischen gänzlich zurücktreten.

4. Das gemeinsame Vorkommen mehrerer Arten im Georgium und der patagonischen Stufe, als deren faunistischer und diastrophischer Vorläufer die San Jorge-Stufe zu gelten hat.

[1] O. Wilckens, Die Meeresablagerungen der Kreide und Tertiärformation in Patagonien. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXI. 1906. p. 98—195

[2] O. Wilckens, 1906. l. c.

[3] A. Windhausen, 1918. l. c.

Die oben skizzierte Fauna aus dem südlichen Mendoza wirft auf die Altersfrage des Georgiums ein neues Licht. Sie zeigt erstens, daß faunistische Beziehungen zur obersten Kreide Brasiliens und der Tethysregion, wenn auch nicht stark, so doch jedenfalls vorhanden sind, und zweitens, daß der cretacische Charakter der San Jorge-Fauna stärker betont werden muß, als dies Windhausen tut.

Eine völlige Würdigung und definitive Entscheidung dieser beiden Umstände wird erst nach einer gänzlich neuen Bearbeitung der gesamten San Jorge-Fauna möglich sein, deren Notwendigkeit sich aus jeder Fossilbestimmung zwingend ergibt. Beziehungen zur oberen Kreide Brasiliens und der Tethysregion treten vor allem durch die weltweit verbreitete *Cardita Beaumonti* d'Arch. (= *C. Morganiana* Ratib.) zutage, die in Persien, Ägypten, Tunis, Algier und Brasilien als häufiges und charakteristisches Fossil gefunden wird. Sie tritt entweder im Obersenon oder Danien auf; die Annahme Peron's und anderer Autoren, daß sie (oder ihr synonyme Arten) an den obengenannten Fundpunkten auch im unteren Eocän auftritt, hat sich als ein Irrtum erwiesen. Auch *Turritella* aff. *Sylviana* Hartt. weist auf das Danien Brasiliens hin. Als Formen von ausgesprochen cretacischem Charakter haben ferner die beiden Trigonien zu gelten. *Trigonia Gerthi* n. sp. ist ein typischer Vertreter der Scabroidea und die andere ist nahe verwandt mit der in der Trichinopolygruppe gefundenen *Tr. tuberculifera* Stol. — Wenn auch dieser durch die Gerth'schen Funde verstärkt hervortretende cretacische Einschlag der San Jorge-Fauna nicht überschätzt werden darf, so wiegt er zum mindesten einen großen Teil der ihr anhaftenden tertiären Züge, die durch das Vorkommen bisher nur im Tertiär gefundenen Gattungen wie *Trophon*, *Struthiolaria*, *Balanus* etc. dokumentiert sind, wieder auf[1]. — Außerdem steht der Tatsache, daß die San Jorge-Fauna mit der jüngeren patagonischen Stufe eine Anzahl gemeinsamer Arten besitzt, der Umstand gegenüber, daß auch mehrere gleiche Arten sowohl der San Jorge-Stufe als auch dem älteren obersenonen *Luisa*-Horizont gemeinsam sind. Es sind dies nach Wilckens[2] *Panopaea inferior*, *Aporrhais gregaria*, *Struthiolariopsis (?) tumida*, *Nucula* sp. Aus dieser faunistischen Verknüpfung der San Jorge-Stufe mit den genannten jüngeren und älteren Horizonten kann nur geschlossen werden, daß sie in ihrem Alter zwischen dem *Luisa*-Horizont und der patagonischen Stufe liegt, ein Schluß, der

[1] Irrtümlicherweise führt Windhausen als nur aus dem Tertiär bekannte Gattungen auch *Aturia*, *Turritella* und *Hinnites* auf.

[2] O. Wilckens, Die Meeresablagerungen der Kreide und Tertiärformation in Patagonien. N. Jahrb f. Min. etc. Beil.-Bd. XXI. 1906. p. 143.

sich ja auch aus ihrer sonstigen stratigraphischen Lage ergibt. — Was schließlich die Identität der San Jorge-Fauna mit der bisher in Patagonien vermißten anarktischen Fauna des Frühtertiärs angeht, die Windhausen als wesentliches Argument für ein frühtertiäres Alter der San Jorge-Stufe betrachtet, so fehlt zu deren Beurteilung bis jetzt die exakte Grundlage, da genauere Untersuchungen noch nicht vorliegen. Wenn auch Ähnlichkeiten zwischen beiden Faunen durch das Auftreten einer Anzahl gleicher Gattungen vorhanden sind, so bestehen ebenso erhebliche Verschiedenheiten, so daß dieses Argument nur mit großem Vorbehalt aufgenommen werden kann.

Aus alledem scheint zu folgen, daß der San Jorge-Stufe ein etwas höheres Alter als Oberpaleocän oder Untereocän zuzuschreiben ist, und zwar Danien oder auch Unterpaleocän. Ergibt die Revision der San Jorge-Fauna keine neuen Anhaltspunkte, so wird schwer zu entscheiden sein, ob Unterpaleocän noch für ihr Alter in Betracht kommt. Wollte man allein der typisch cretacischen Trigonien halber das Georgium konventionell ausschließlich dem Danien zuschreiben, so müßte man dabei sehr wohl im Auge behalten, daß auch Ablagerungen der frühesten Tertiärzeit, des Unterpaleocän, ebenso ausgebildet sein könnten.

Noch eine andere Deutung, die kurz skizziert sein möge, ist denkbar. Nach unseren bisherigen Funden und Kenntnissen weist gerade die Malarguë-Fauna eine größere Anzahl älterer Züge auf, als die Fauna von Roca oder Salamanca. Nicht nur hinsichtlich der beschriebenen Trigonien, sondern auch vor allem durch das Fehlen der gerade bei Roca so häufigen und ausgesprochen tertiäre Züge tragenden *Ostrea Ameghinoi rocana* In. oder *O. rionegrensis* Ih. Danach könnte man annehmen, daß die Malarguë-Schichten etwas älter sind und der oberen Kreide entsprechen, die Schichten von Roca dagegen schon dem Paleocän angehörten. Diese Deutung hat jedoch wenig Wahrscheinlichkeit für sich, wo Windhausen die Einheitlichkeit der ganzen von Osten und Südosten kommenden Transgression betont, und Malarguë der äußersten nördlichen Zone derselben angehört, wenn man nicht annehmen will, daß gerade hier eine Verbindung mit dem obersten Kreidemeer Brasiliens bestanden hat, und die Transgression von Norden her gekommen ist, wofür jedoch keinerlei Tatsachen sprechen. Erhöht wird diese Unwahrscheinlichkeit durch den erheblichen Fazieswechsel, welcher der San Jorge-Stufe eigen ist, der es mit sich bringt, daß fast jede größere Lokalität, wie Roca, Salamanca, Rio Grande, Faunen mit zwar im ganzen übereinstimmendem Gepräge, doch z. T. verschiedenen Arten zutage gefördert haben.

Durch eine Hinaufsetzung des Alters der San Jorge-Stufe in das Danien wird die wichtige Rolle, die Windhausen ihr als

diastrophischer und faunistischer Vorläufer der patagonischen Stufe zuschreibt, nicht berührt; ferner auch nicht das von Windhausen geklärte Verhältnis der zwischen San Jorge- und patagonischer Stufe sich einschaltenden säugetierführenden Schichten (Chinchinales-Stufe) zu dem Dinosaurier-Horizont der bunten Sandsteine. Ob nun die Archhelenis eine solche Ausdehnung hatte, daß sie einen direkten Faunenaustausch zwischen der Tethysregion und Patagonien verhinderte, mag dahingestellt bleiben und soll hier noch nicht näher erörtert werden.

Freiberg i. S., Geol. Institut der Bergakademie, April 1919.

Automatische Quecksilberluftpumpe für hohes Vakuum mit Auffangvorrichtung für die ausgepumpten Gase.

Von **A. Beutell** und **P. Oberhoffer** in Breslau.

Mit 4 Textfiguren.

Bei chemisch-mineralogischen Untersuchungen im Vakuum über Arsenkies, Glaukodot, Glanzkobalt, Hauerit, Pyrit, Markasit, Magnetkies, Zinkblende, Wurtzit und Löllingit (A. Beutell, dies. Centralbl. 1911, 316—320; 411—415; 663—673; 1913, 758—767; E. Arbeiter, Diss. Breslau 1913; A. Beutell und H. Matzke, dies. Centralbl. 1915, 263—272; A. Beutell und Fr. Lorenz, ebenda. 1916, 10—22) waren fast stets Gase in geringerer oder größerer Menge aufgetreten. Betreffs ihrer Natur konnte zunächst nur festgestellt werden, daß häufig beim Öffnen der Rohre Geruch nach Schwefelwasserstoff, einige Male auch nach aromatischen Substanzen auftrat. Der Wunsch, die Gase auffangen und analysieren zu können, war naturgemäß bald rege geworden, doch fehlte hierfür eine geeignete Apparatur. Von älteren Quecksilberluftpumpen sind zwar die Geissler'sche und die Töpler'sche mit Vorrichtungen zum Auffangen der Gase versehen, doch geht mit dem Heben und Senken des Quecksilbers soviel Zeit verloren, daß sie für umfangreiche Untersuchungen kaum in Frage kommen. Die Pumpen Sprengel'schen Systems, welche, wie die Kahlbaum'sche und die von Beutell konstruierte, das Quecksilber mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe zirkulieren lassen, entsprechen, was Schnelligkeit des Arbeitens anbelangt, billigen Anforderungen, doch gestatten sie nicht, die abgesaugten Gase aufzufangen; dasselbe gilt von den noch schneller wirkenden Pumpen mit Motorantrieb wie die Gäde'sche.

Neuerdings hat Goerens die ursprüngliche Kahlbaumpumpe zum Aufsaugen von Gasen eingerichtet (Stahl u. Eisen, 1910, 1514. J. Paquet, Diss. Halle 1915), doch haften diesem Modell noch einige

Mängel an, welche das Arbeiten umständlich und zeitraubend gestalten. Von Prof. P. Oberhoffer auf das dringende Bedürfnis hingewiesen, welches eine Auffangvorrichtung für Gase bei der Untersuchung von Eisen und anderen Metallen haben würde, sind die Verfasser zusammen der Konstruktion einer derartigen Pumpe näher getreten. Da sich die von A. Beutell konstruierte verkürzte Pumpe inzwischen in den verschiedenen Laboratorien bewährt hatte, so konnte sie der Neukonstruktion zugrunde gelegt werden. Von besonderem Vorteil war es hierbei, daß eine von P. Oberhoffer angeregte Arbeit über die im Eisen enthaltenen Gase, welche von Piwowarski durchgeführt wurde, die praktischen Anforderungen genau formulierte und eine dauernde, eingehende Prüfung und Verbesserung aller Neuerungen ermöglichte.

Wie Fig. 1 zeigt, ist die Gesamtansicht der Pumpe wenig geändert worden; auch das neue Modell wird für besonders rasches Arbeiten mit zwei Fallrohren angefertigt, wie es die Abbildung auf p. 492 dies. Centralbl. von 1911 darstellt.

Damit die abgesaugten Gase nicht wie bisher durch die Wasserstrahlpumpe bei N entweichen, ist zwischen dem Fallrohr Fa und dem Steigrohr St der Rezipient E eingebaut, welcher oben mit einem Dreiweghahn verschlossen ist. Um ein bequemes Reinigen der Pumpe zu gewährleisten, ist er nicht angeschmolzen, sondern durch Becherschliff und Quecksilberdichtung mit der Pumpe verbunden. Das Steigrohr St ist an seinem unteren Ende mit einer Erweiterung versehen worden, welche verhindert, daß Luft von L aus in den Gasbehälter E gelangen kann. Der obere Behälter M mußte, um das Quecksilber des Rezipienten, welches durch das angesammelte Gas verdrängt wird, aufnehmen zu können, entsprechend vergrößert werden. Die für den Betrieb erforderliche Quecksilbermenge beträgt etwa 100 cm^3 anstatt 20 cm^3 bei der früheren Pumpe. Zur Regelung des Lufteintritts bei L ist an Stelle des bisher verwandten Asbeststopfens eine dickwandige, enge Kapillare angeschmolzen, welche durch Überstülpen eines oben geschlossenen Glasröhrchens gegen Verunreinigung geschützt wird. Auch der obere Dreiweghahn N trägt — um die luftleere Pumpe gefahrlos mit Luft füllen zu können — eine etwas weitere Kapillare anstatt des früheren Asbeststopfens. Ferner mußte die Luftpolstervorrichtung bei D, welche das bei anderen Tropfpumpen unvermeidliche Zerschlagen der Fallrohre durch das fallende Quecksilber unmöglich macht, geändert werden. Da sich die durch die Poren der beiden Korke eindringende Luft mit den ausgepumpten Gasen mischen würde, muß der Lufteintritt während des Absaugens der Gase abgestellt werden. Zu diesem Zwecke sind die beiden Schliffe D, in denen die Röhrchen mit den Lüftungskorken sitzen, unter 45° zu den Fallröhren geneigt, und die Röhrchen selbst sind rechtwinklig umgebogen. Gießt man über die beiden Korke einige

Tropfen Quecksilber und verschließt dann das obere Ende mit einem Stopfen, so kann man durch Drehen der Röhrchen nach Wunsch die Lüftungskorke mit Quecksilber verschließen oder frei lassen; ein seitlich angebrachtes kleines Loch gestattet der Außen-

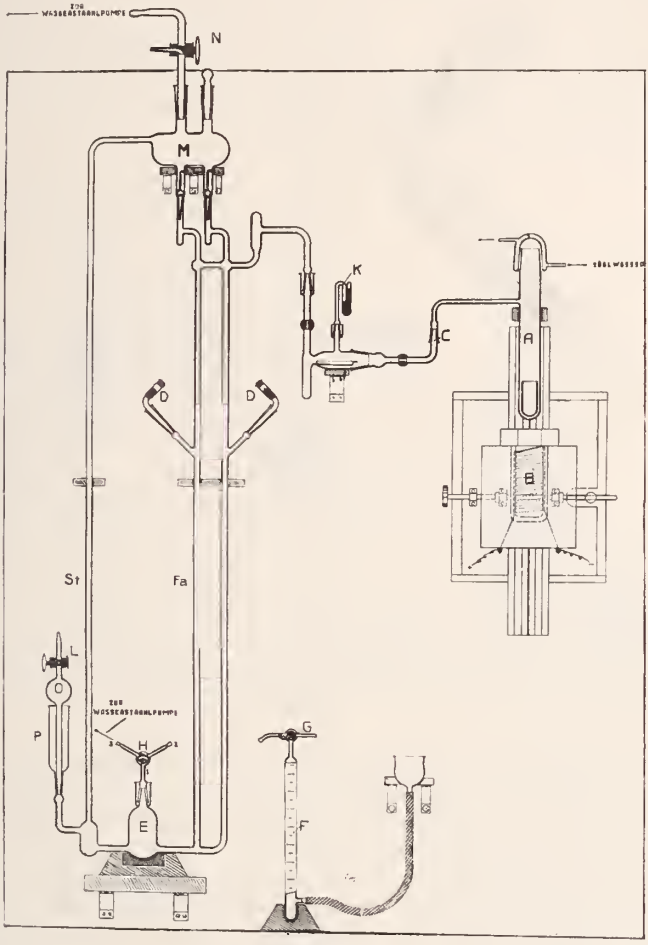


Fig. 1.

luft freien Zutritt (vgl. Fig. 2). Zum völligen Evakuieren der Apparatur vor dem Austreiben der Gase aus dem Untersuchungsmaterial dreht man die Röhrchen so, daß die umgebogenen Enden nach unten hängen, damit Luft durch die Korke in die Fallröhren eindringen kann. Sobald die Gasentwicklung einsetzt, dreht man die Röhrchen um 180° in die Stellung, welche die Abbildung 1

veranschaulicht, wodurch die Korke gegen die Außenluft abgedichtet werden. Die aus dem zu evakuierenden Raume in den beiden Fallröhren mit dem Quecksilber niedergeführten Gase steigen im Gefäß E auf und sammeln sich hier. Zu Beginn des Versuches ist dieses Gefäß bis zum Hahn E, also vollständig mit Quecksilber gefüllt. Da vor der Erhitzung und dem eigentlichen Absaugen der im Probematerial enthaltenen Gase die ganze Apparatur luftleer sein muß, sind demnach zwei Operationen zu unterscheiden: das Evakuieren der Apparatur und das Absaugen der Gase. Die beim Auspumpen im Gefäß E angesammelte Luft muß natürlich vor der zweiten Operation entfernt werden. Dies geschieht dadurch, daß man den vorher geschlossenen Dreiweghahn H mit Schenkel 3 an eine Zweigleitung zur Wasserstrahlluftpumpe anschließt und den Hahn vorsichtig in die Stellung 1—3 bringt. Eine zweite Wasserstrahlpumpe ist hierfür nicht erforderlich, vielmehr wird das Absaugen der Luft aus dem Rezipienten E von derselben Pumpe besorgt, welche die Quecksilberpumpe betreibt; dieselbe bleibt während des Absaugens in ungestörtem Betriebe. Das nachdringende Quecksilber füllt das Sammelgefäß E bis zum Hahn. Ist dies geschehen, so schließt man den Hahn, und das Aufsaugen der Gase kann beginnen.

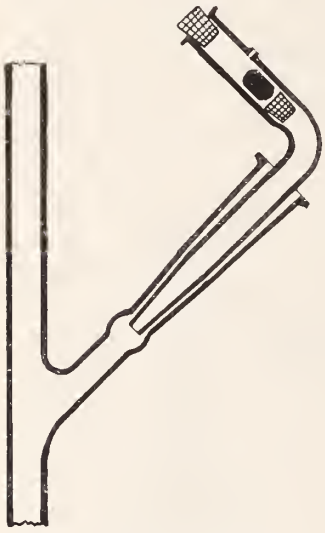


Fig. 2. Lüftungsrohr. $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

Auch bei der neuen Pumpe kommt das zirkulierende Quecksilber nirgends mit Fett oder Gummischlauch in Berührung, und deshalb bleibt es selbst bei wochenlangem Arbeiten rein und blank.

Die in Fig. 1 erkennbare Meßbürette F mit Niveaugefäß kann durch den Dreiweghahn G je nach Bedarf mittels Gummischlauchs an das Gassammelgefäß E (Hahnstellung 1—2) oder an die Analysiervorrichtung Fig. 3 (hier nochmals eingezeichnet) angeschlossen werden. Die letztere besteht gemäß Fig. 3 aus einer mit Kalilauge gefüllten Absorptionspipette zur Bestimmung des Kohlendioxyds und einer Explosionspipette zur Bestimmung von Wasserstoff und Kohlenoxyd, welche mit elektrischer Zuleitung und Glühspirale versehen ist; Stickstoff wird durch Differenz gefunden. Als Absperrflüssigkeit dient Quecksilber. Durch Verlängerung des unten eingeschmolzenen Zuführungsrohrs (vgl. Fig. 4) bis zu etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamthöhe dieser letzteren ist rasches Auffüllen der Pipette mit

frischer Kalilauge möglich, ohne das Quecksilber jedesmal entfernen zu müssen.

Die Erhitzungsvorrichtung (Fig. 1 rechts) besteht für Temperaturen über 600° aus einem dickwandigen, blasenfreien Reagenzrohr A aus geschmolzenem Bergkristall mit seitlichem Verbindungsrohr, welches bei C mit Schliff auf das nach oben gebogene und mit Absperrhahn versehene Rohr der Quecksilberpumpe aufgesetzt wird. Das Reagenzrohr ist oben mit einer aufgeschliffenen, wassergekühlten Kappe verschlossen; durch das Übergreifen des Schliffes wird vermieden, daß der das Schmelzgut aufnehmende Magnesia-

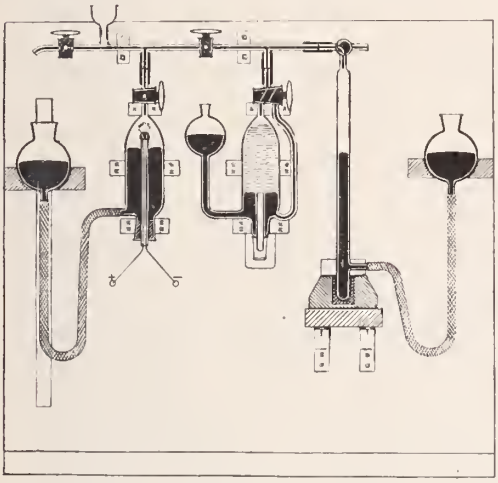


Fig. 3. Gasbestimmungsapparat.

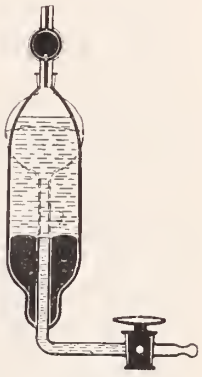


Fig. 4. Absorptionspipette.

tiegel mit dem Dichtungsfett des Schliffes in Berührung kommen kann. Falls ein horizontaler Röhrenofen zur Verfügung steht, wird das Erhitzungsrohr besser horizontal angeordnet, da dann die Kühlkappe überflüssig ist.

Bis 400° kann das Versuchsmaterial in Röhrchen von Natronglas, bis 600° in Kaliglas erhitzt werden. Bei sehr hohen Temperaturen (über 1000° C), oder falls die Substanz geschmolzen werden muß, leisten kleine Magnesiatiegel gute Dienste. Jeder zum erstenmal gebrauchte Magnesiatiegel muß für die gasanalytischen Arbeiten durch Glühen bei Rotglut an der Luft und darauffolgendes Erhitzen auf 1100° C im Vakuum entgast werden. Ein solcher einmal entgaster Tiegel bleibt weiterhin völlig gasfrei und kann in der Folge immer wieder verwendet werden.

Um eine chemische Einwirkung zwischen Quarzrohr und Magnesiatiegel zu verhindern, werden beide durch kleine Quarzstückchen

getrennt. Die Erhitzung erfolgt am besten durch einen elektrischen Röhrenofen, wie er in Fig. 1 rechts angedeutet ist. Auf Wunsch wird der Ofen mit der Pumpe an demselben Wandbrett montiert und beweglich auf einer Schiene angebracht, so daß er sowohl in der Höhe wie auch seitlich verstellt werden kann, ähnlich, wie dies bei der von Oberhoffer (Stahl und Eisen, 1918, 105) beschriebenen Apparatur zur Bestimmung des Sauerstoffs der Fall ist.

Arbeitsverfahren.

Die Pumpe wird in der bereits früher beschriebenen Weise (dies. Centralbl. 1911, p. 492) in Tätigkeit gesetzt und die Apparatur evakuiert. Das Vorhandensein des für die vorliegenden Zwecke hinreichenden Vakuums ist am Manometer sowie an dem charakteristischen, leisen Klappern des Quecksilbers zu erkennen. Ist die Apparatur luftleer, so entfernt man die im Gefäß E angesammelte Luft in der geschilderten Weise durch Anschließen des in Stellung 1—3 befindlichen Hahnes an eine Zweigleitung der Wasserstrahlpumpe. Dabei ist das Gefäß E bis in den linken Kapillarschenkel des Hahnes H mit Quecksilber zu füllen. Nachdem Hahn H wieder in die in Fig. 1 eingezeichnete Stellung gebracht ist, kann das eigentliche Absaugen der Gase beginnen. Der vorher bereits auf die Versuchstemperatur gebrachte Ofen wird hochgeschoben. Mehrere aufgelegte Asbestplatten dienen dazu, die Strahlung des Ofens nach oben zu vermindern. Zwischen Schmelzrohr und Ofenwand wird ein Thermoelement eingeführt, welches mit einem Galvanometer verbunden ist. Sobald die Gasentwicklung beendet ist, was bei geeigneter Temperatur in einer halben Stunde erzielt wird, senkt man den Ofen, um die Abkühlung zu beschleunigen. Ist dieselbe genügend vorgeschritten, so schließt man den Verbindungshahn des Schmelzgefäßes zur Luftpumpe und stellt die Pumpe in üblicher Weise ab (dies. Centralbl. 1911, p. 492). Erst nachdem das Quecksilber aus dem oberen Sammelgefäß M abgelaufen ist, stellt man durch entsprechende Drehung des Hahnes N Atmosphärendruck in der Apparatur her und kann nunmehr das Gas zur Analyse aus dem Gasrezipienten E in die Meßbürette F überführen. Dieses wird an dem rechten Schenkel des in Stellung 2—3 befindlichen Dreiweghahn H angesetzt, und das Verbindungsstück zwischen Bürette und Gassammelgefäß mit Quecksilber aufgefüllt. Man bringt sodann Hahn H in die Stellung 1—2 und saugt durch Senken der Niveaukugel das Gas in die Meßbürette. Das Senken muß langsam und vorsichtig erfolgen, weil sonst das Quecksilber nicht rasch genug nachströmen kann, wobei Luft durch die Fallröhren in das Gasgemisch gesaugt werden würde. Ist das Gas in die Meßbürette übergeführt, und erscheint das Quecksilber in der Kapillarbohrung des Hahnes G, wobei das der Pumpe entzogene Quecksilber durch Nachfüllen bei P und leichtes

Anheben des Schliffes ersetzt wird, so schließt man Hahn H und hierauf Hahn G und setzt nunmehr zur Durchführung der Gasanalyse die Meßbürette an den Gasbestimmungsapparat (Fig. 3). Die Analyse erfolgt ähnlich wie im Orsatapparat und kann als bekannt vorausgesetzt werden. Es sei nur erwähnt, daß die in den oberen Teil der Verbrennungspipette eingeführte Platinspirale an einen Lichtanschluß angeschlossen und zwischen diesen und die Spirale ein Wasserwiderstand eingeschaltet wird. Die zum Glühendmachen der Platinspirale erforderliche Stromstärke erzielt man ein für allemal durch Zusatz einiger Tropfen verdünnter Schwefelsäure. Die Gesamtdauer eines Versuches einschließlich der Gasanalyse betrug für Eisen etwa 1 Stunde.

Eine ganze Reihe von Gasbestimmungen im Eisen, aus welchem beim Schmelzen beträchtliche Mengen von Kohlendioxyd, Kohlenoxyd, Wasserstoff und Stickstoff entweichen, sind von E. Piwowarski durchgeführt worden (Stahl und Eisen, 1919, demnächst; Diss. 1919, Breslau). Ihm sind auch folgende orientierende Versuche an einigen Mineralien zu verdanken.

1. Magnetkies der Grube Bergfreiheit, Schmiedeberg, Schlesien: 3,5 g bis 350^0 erhitzt liefern nur Spuren von Gas; erst bei 500^0 tritt starke Gasentwicklung auf. In den 2,15 cm^3 aufgesammelten Gases wurden 9 % Kohlendioxyd und 38 % Wasserstoff festgestellt. Der Rest bestand hauptsächlich aus Schwefelwasserstoff und etwas Schwefeldioxyd. Ein zweiter mit 6 g bei 350^0 durchgeführter Versuch lieferte nur 0,32 cm^3 Gas mit etwa 22 % Kohlendioxyd und 65 % Wasserstoff. Die auffallenden Unterschiede der Zusammensetzung dürften durch die gegenseitige Einwirkung und Umsetzung der Gase bei der höheren Temperatur hervorgerufen sein.
2. 6 g des Nickel führenden Magnetkieses vom Sudbury in Canada ergeben bei 350^0 nur 0,08 cm^3 Gas, so daß auf eine Analyse verzichtet werden müßte.
3. Aus 14 g Kupferkies vom Rammelsberg bei Goslar entwickelten sich bei 350^0 nur 0,15 cm^3 Gas.
4. Manganspat von Freiberg zeigte schon bei 300^0 deutliche Zersetzung unter Entweichen von Kohlendioxyd.

Die Apparatur hat sich bei den erwähnten Versuchen durchaus bewährt. Ob eingehendere Versuche in dieser Richtung interessante Ergebnisse liefern werden und Schlüsse z. B. über die Entstehung der Mineralien gestatten werden, muß der Zukunft überlassen bleiben.

Die Pumpe wird, wie die früheren Modelle, von Fr. Hugershoff in Leipzig, Karolinenstr. 13, angefertigt.

Breslau, August 1919.

Berichtigung.

Zu meinem Bedauern muß ich den Herrn Verfasser der Berichtigung in diesem Centralbl. 1919, p. 288, darauf aufmerksam machen, daß seine Angaben auf einem Irrtum beruhen. Um den Tatbestand ein für allemal festzulegen, möchte ich bemerken, daß der Vorschlag, Schleifsplitter von Schiefern und lockeren Gesteinen auf diese Weise zu präparieren, von mir im Frühjahr 1916 bei Gelegenheit meiner Bearbeitung des Taunussericitschiefers gemacht wurde, und daß der dazu dienende Apparat seinerzeit von mir mit Hilfe des Präparators aufgestellt wurde. Der letztere hat dann die Sache ausprobiert und die ersten Schliffe damit gemacht.

Berlin. 17. November 1919. K. Schlossmacher.

Besprechungen.

V. Goldschmidt: Atlas der Kristallformen. Bd. V. Kainit—Margarosanit. Heidelberg 1918. Carl Winters Universitätsbuchhandlung.

Der 5. Band dieses groß angelegten Werkes behandelt die Mineralien Kainit bis Margarosanit. Der Atlas enthält 123 Tafeln, der Textband umfaßt 199 Seiten. Von jedem Mineral werden wieder alle bekannt gewordenen Originalabbildungen, nach zeitlicher Reihenfolge geordnet, mitgeteilt, im Textband ein Verzeichnis der Formen, unter Abtrennung der unsicheren und vizinalen, gegeben, sodann Korrekturen zu den Formen und ein Verzeichnis der Fundorte und Literaturangaben für die abgebildeten Kristalle.

Der geschmackvolle und gediegene Einband der drei ersten Bände hat durch die Not der Zeit einem Pappband weichen müssen, die innere Ausstattung aber ist unverändert geblieben.

R. Brauns.

Miscellanea.

Preisausschreiben der Stromer v. Reichenbach-Stiftung.

Straßburg i. E., den 15. Dezember 1917.

An

den Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft.

Infolge der sehr reichlichen Bezahlung, die ich als Kriegsgeologe erhalte, war ich in der Lage, trotz der Teuerung während des Krieges davon zurückzulegen. Es erscheint mir nun nicht recht, daß ich einen solchen Vermögenszuwachs zu einer Zeit erziele, in der Tausende meiner Mitbürger bittere Not leiden und viele meiner Fachgenossen, als Gemeine dienend, harte Beschwerden und ernste Gefährdungen erdulden und von ihrem Vermögen zusetzen müssen. Ich halte mich deshalb für verpflichtet, den „Kriegsgewinn", so unbedeutend er andern gegenüber sein mag, einem gemeinnützigen Zweck zukommen zu lassen. Es liegt mir dabei selbstverständlich am nächsten, mein Spezialfach, Paläozoologie, das durch den Krieg und die ihm sicher folgende Not schwer geschädigt erscheint, fördern zu helfen.

Ich bitte den Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft, diese Absicht dadurch zu unterstützen, daß er folgende Stiftung annimmt:

Ich bestimme

1200 Mk., mit Worten: **Eintausendzweihundert Mark**

zur Aussetzung von Preisen für Arbeiten über **chemische Präparationsmethoden von Fossilien.**

Besonders soll die natürliche Verkieselung und auch die Herauswitterung tierischer Fossilien studiert und experimentell nachzuahmen versucht werden, denn verkieselte Fossilien lassen sich aus Kalksteinen und Dolomiten mit Hilfe verdünnter Säuren leicht gewinnen, und sehr häufig wittern aus dem Gestein Fossilien prächtig heraus, während unsere bisherigen Methoden chemischer und mechanischer Präparation sie nur höchst unvollkommen gewinnen lassen. Als Anhang sind die bisher angewandten chemischen Präparationsmethoden überhaupt mit einschlägiger Literatur zu besprechen.

Bewerber müssen Reichsdeutsche oder Deutsch-österreicher sein, brauchen aber nicht Mitglieder der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu sein. Sie haben ihre deutsch geschriebene Arbeit druckfertig und mit Stichwort versehen, unter Beifügung von Namen und Anschrift in verschlossenem Briefumschlag, spätestens zwei Jahre nach Erscheinen des ersten Preisausschreibens dem Preisrichterkollegium einzusenden.

Dieses besteht aus drei Hochschullehrern, welche von dem Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft ausgewählt und um ehrenamtliche Übernahme ihrer Aufgabe ersucht werden. Sie prüfen innerhalb eines halben Jahres die eingelaufenen Arbeiten und können entweder einen Preis zu 1100 Mk. oder zwei zu 700 und 400 Mk. oder drei zu 620, 330 und 150 Mk. verleihen. Die Preise erhöhen sich entsprechend um die Zinsen, welche das Kapital von der Einzahlung an nach Annahme durch die Deutsche Geologische Gesellschaft trägt. Um die Zinsen möglichst hoch belaufen zu lassen, empfiehlt sich die Anlage in Kriegsanleihe. Sollte kein Preis zuerkannt werden können, so ist eine entsprechende Neuausschreibung nötig.

Das Preisausschreiben erfolgt möglichst bald nach endgültigem Friedensschluß in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft oder in deren „Monatsberichten", sowie im „Centralblatt für Mineralogie usw.", ebenda auch das Ergebnis des Preisrichterspruchs. Zur Deckung der daraus und sonst entstehenden Kosten dienen 100 Mk.

Die preisgekrönten Arbeiten sind Eigentum der Deutschen Geologischen Gesellschaft und werden von ihr in ihrer Zeitschrift veröffentlicht, in der Form, daß womöglich die mit dem ersten Preis ausgezeichnete Arbeit vollständig, die andern nur, soweit sie diese ergänzen und berichtigen, mit Nennung der Autorschaft im Druck erscheinen.

ao. Prof. Dr. Ernst Freih. Stromer v. Reichenbach.
Kriegsgeologe.

Berlin, den 1. Dezember 1919.
N 4. Invalidenstr. 44.

Vorstehendes Preisausschreiben wird hiemit veröffentlicht. Als Tag der Veröffentlichung ist der 1. Januar 1920 anzusehen, die Arbeiten müssen also in der von Herrn Stromer v. Reichenbach vorgeschriebenen Form bis zum 31. Dezember 1921 in Händen des Vorsitzenden der Gesellschaft sein. Mit Rücksicht auf die gewährte Frist von zwei Jahren können die erforderlichen Preisrichter jetzt noch nicht ernannt werden. Ihre Namen werden aber vor Schluß des Preisausschreibens, und zwar spätestens in der Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft im Jahre 1921 bekanntgegeben.

Der Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft.

K. Keilhack, Vorsitzender. R. Bärtling, Schriftführer.

1. u. 15. Januar 1919 No. 1 u. 2

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.
32. R. Brauns: Einige bemerkenswerte Auswürflinge und Einschlüsse aus dem niederrheinischen Vulkangebiet. Mit 1 Abbildung 1
Beutell, A.: Wachstumserscheinungen des Kupfers, Silbers und Goldes. Mit 8 Textfiguren 14
Sokol, R.: Ueber Kalksilikatgesteine in dem böhmischen Massiv. (Nachtrag.) 29

Besprechungen.

Sachs, Arthur: Die Grundlinien der Mineralogie für Mineralogen. Geologen, Chemiker und Physiker 29
Ficker, Gustav: Leitfaden der Mineralogie und Chemie für die vierte Klasse der Gymnasien und Realgymnasien 30
Personalia 30

Zu besetzen

Assistentenstelle

am mineralogischen Institut der Universität Bonn.

Meldung mit ausführlichem Lebenslauf an den Institutsdirektor

Prof. **Brauns.**

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13
Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen
Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

1. u. 15. Februar 1919 No. 3 u. 4

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Johnsen, A.: Kristallographische Eigenschaften einer Verbindung $C_{11}H_9O_2N$. Mit 2 Textfiguren 33

Ramann, E. und A. Spengel: Ein einfach lichtbrechendes Kalium-Aluminiumsulfat der Alunitgruppe 35

Niggli, P.: Die einfachen Gitterformen oder gleichwertigen Gitterkomplexe 38

Richter, Rudolf: Zur Stratigraphie und Tektonik der Ösling-Eifel-Mulde. I. Über den Muldenabschnitt südlich der Schneifel. Mit 1 Textfigur 44

Personalia 63

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min. Inst. i. Poppelsdorfer Schloß;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

☞ Nachdem die Bestimmungen über den Postverkehr zwischen dem besetzten und unbesetzten Gebiet gemildert sind, können wieder **alle** für das Neue Jahrbuch oder das Centralblatt bestimmte Sendungen aus dem Gebiete der **Mineralogie, Kristallographie** und **Meteoritenkunde** an die vorstehend bezeichnete Adresse des Herrn Geheimrat **Brauns, Bonn,** gesandt werden.

Es empfiehlt sich, Pakete als **Wertpakete** zu senden und den Inhalt als **fachwissenschaftliche Abhandlung** oder **Urkunde** zu bezeichnen, Begleitbriefe aber besonders zu schicken.

Redaktion und Verlag
des Neuen Jahrbuchs f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie.
R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) Stuttgart, Johannesstr. 3a.

1. u. 15. März 1919 No. 5 u. 6

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Goetze, Margarete v.: Schiebungen im Jordanit. Mit 3 Textfiguren 65

Eitel, Wilhelm: Über spaltultramikroskopische Vorrichtungen zur Untersuchung kristallisierter Medien. Mit 10 Textfiguren . . 74

Wichmann, Arthur: Über Geschiebe von Ardennengesteinen im niederländischen Diluvium 85

Müller, F. P.: Notiz über die Randzone des Dolomitgebietes zwischen östlichem Teil des Luganer Sees und Val Colla im Tessin (Schweiz) 86

Personalia 90

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in **Stuttgart.**

Soeben erschien:

Was geht
der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen verloren ?

Von

Dr. PAUL KESSLER

Privatdozent der Geologie
an der Universität Tübingen

8°. 52 Seiten — Preis ℳ 3.20

Es handelt sich um eine gerade für die allernächste Zeit hochwichtige Broschüre, mit welcher ein genauer Kenner der einschlägigen Verhältnisse unserem Volke und der Regierung vor Toresschluß noch einmal eingehend darlegen will, welch unermeßliche Werte wir preiszugeben im Begriffe sind.

Auch in Fachkreisen wird die Schrift größtem Interesse begegnen.

1. u. 15. April 1919 No. 7 u. 8

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

	Seite
Johnsen, A.: Über Struktur und Symmetrie der Mineralien Anatas, Rutil, Zirkon und Xenotim. Mit 5 Textfiguren	97
Schloßmacher, K.: Beitrag zur Kenntnis der Turmalingruppe. Mit 7 Textfiguren	106
Wetzel, W.: Zur Stratigraphie der Jura-Ablagerungen von Popilani. Mit 1 Kartenskizze und 1 Tabellen-Beilage	122
Personalia	128
Miscellanea	128

Die **naturhistorische Abteilung des Provinzial-Museums zu Hannover** sucht zu baldigem Eintritt **promovierten Paläontologen** als

wissenschaftlichen Hilfsarbeiter für Geologie und Paläontologie.

Gehalt 2400 Mk., Teuerungszulage 1128 Mk., für Verheiratete 1560 Mk., für jedes Kind 480 Mk.

Ausführliche Bewerbungen sind zu richten an **Prof. Dr. Fritze, Hannover**, Provinzial-Museum.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13
Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen
Referenzen und Prospekte auf Verlangen

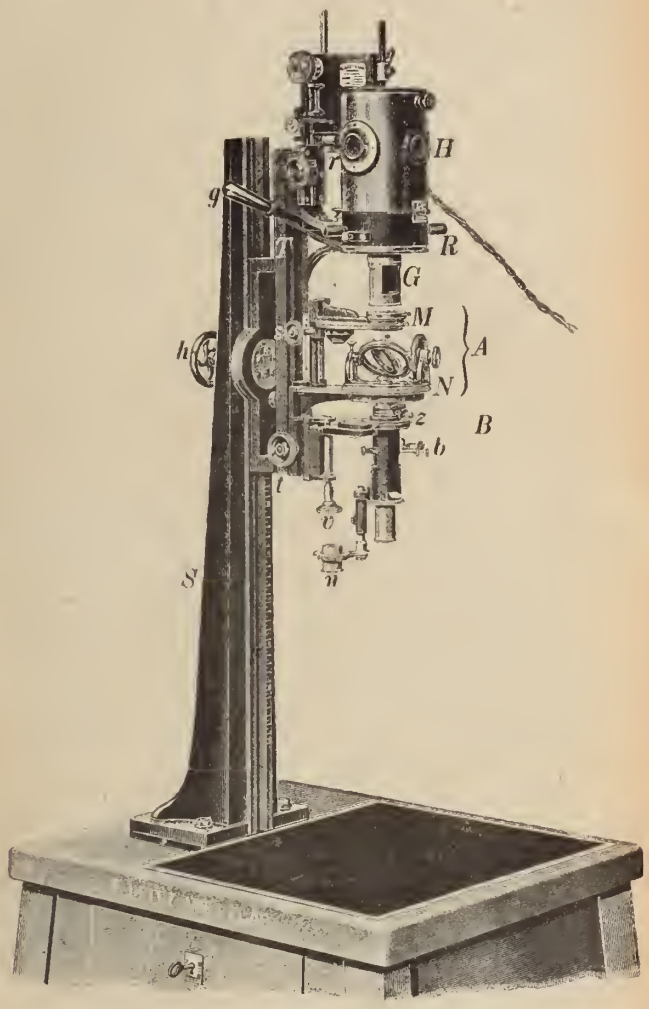
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 21.—. (Preis von Teil I Mk. 11.90.)

Ernst Leitz, Wetzlar, Opt. Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW.**, Luisenstr.45.

„ „ **München Dr. A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.



Demonstrationsapparat
für polarisiertes Licht.

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Was geht
der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen verloren ?

Von

Dr. PAUL KESSLER

Privatdozent der Geologie
an der Universität Tübingen

8°. 52 Seiten — Preis ℳ 3.20

Es handelt sich um eine gerade für die allernächste Zeit hochwichtige Broschüre, mit welcher ein genauer Kenner der einschlägigen Verhältnisse unserem Volke und der Regierung vor Toresschluß noch einmal eingehend darlegen will, welch unermeßliche Werte wir preiszugeben im Begriffe sind.

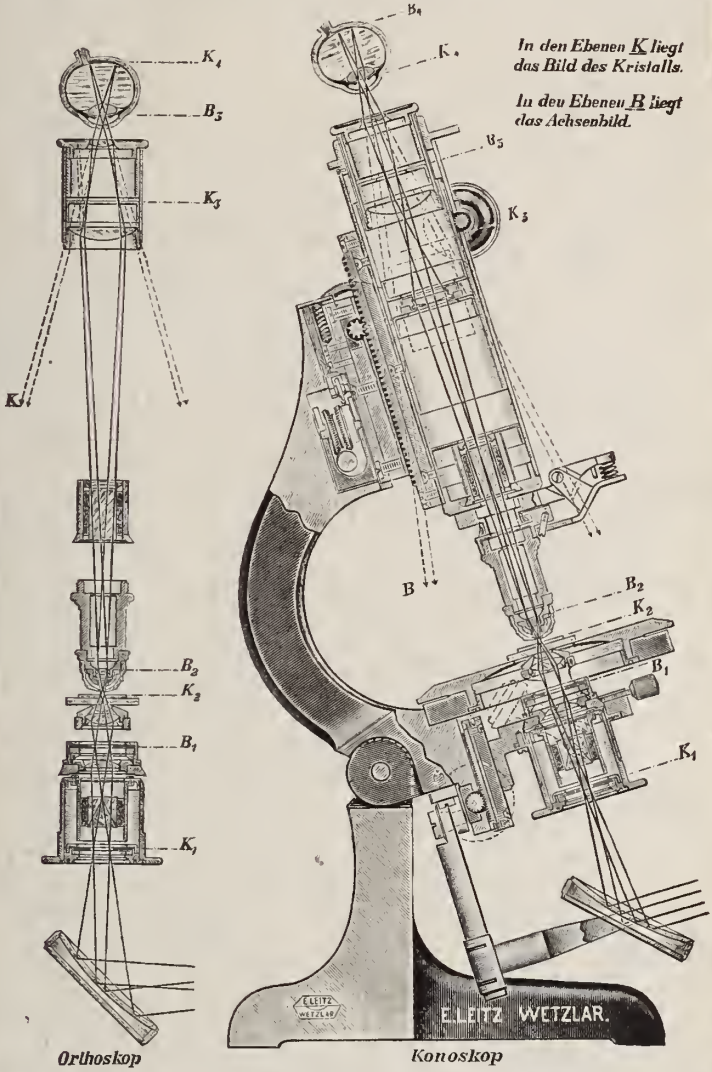
Auch in Fachkreisen wird die Schrift größtem Interesse begegnen.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
„ „ München **Dr. A. Schwalm,** Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Polarisationsmikroskope, Demonstrations- und Projektionsapparate für polarisiertes Licht, Apparate für Mikrophotographie und Metallmikroskopie.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig

Prof. Dr. P. von Groth
Chemische Krystallographie

I. Teil: Elemente. Anorganische Verbindungen ohne Salzcharakter. Einfache und komplexe Halogenide, Cyanide und Azide der Metalle, nebst den zugehörigen Alkylverbindungen. Mit 389 Figuren im Text. VIII und 626 S. gr. 8.
In Leinen geb. M. 20.—.

II. Teil: Die anorganischen Oxo- und Sulfosalze. Mit 522 Figuren im Text. VII u. 914 S. gr. 8. In Leinen geb. M. 32.—.

III. Teil: Aliphatische und hydroaromatische Kohlenstoffverbindungen. Mit 648 Figuren im Text. IV und 804 S. gr. 8.
In Leinen geb. M. 30.—.

IV. Teil: Aromatische Kohlenstoffverbindungen mit einem Benzolringe. Mit 828 Figuren im Text. VIII und 581 S. gr. 8.
Nur geheftet M. 40.—.

Soeben erschien:

V. Teil (Schluß): Aromatische Kohlenstoffverbindungen mit mehreren Benzolringen. Heterozyklische Verbindungen. Mit 955 Figuren im Text. VIII u. 1063 S. gr. 8. Nur geheftet M. 60.—.

Centralblatt für Mineralogie:

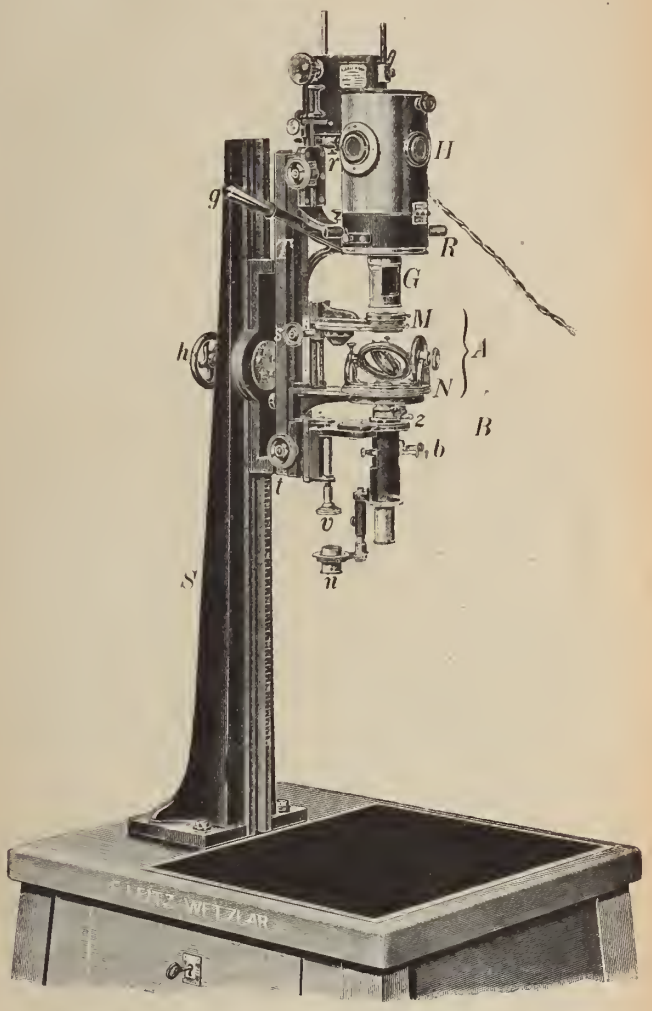
Wir haben es hier mit einem Fundamentalwerk ersten Ranges zu tun, in dem unser ganzer dermaliger Besitz an krystallographischer Kenntnis der natürlichen und künstlich dargestellten chemischen Elemente und Verbindungen in nuce vollständig dargestellt ist, und das für jeden, der sich mit derartigen Studien befaßt, ein unentbehrliches Hilfsmittel darstellt. ...

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

Ernst Leitz, Wetzlar, Opt. Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW.**, Luisenstr. 45.

„ „ **München** Dr. A. **Schwalm**, Sonnenstr. 10.



Demonstrationsapparat
für polarisiertes Licht.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13
Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen
Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart

Kontinentalgeologische Beziehungen und Probleme im Aufbau Württembergs.

Antrittsvorlesung

von

Edwin Hennig - Tübingen.

8°. 45 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

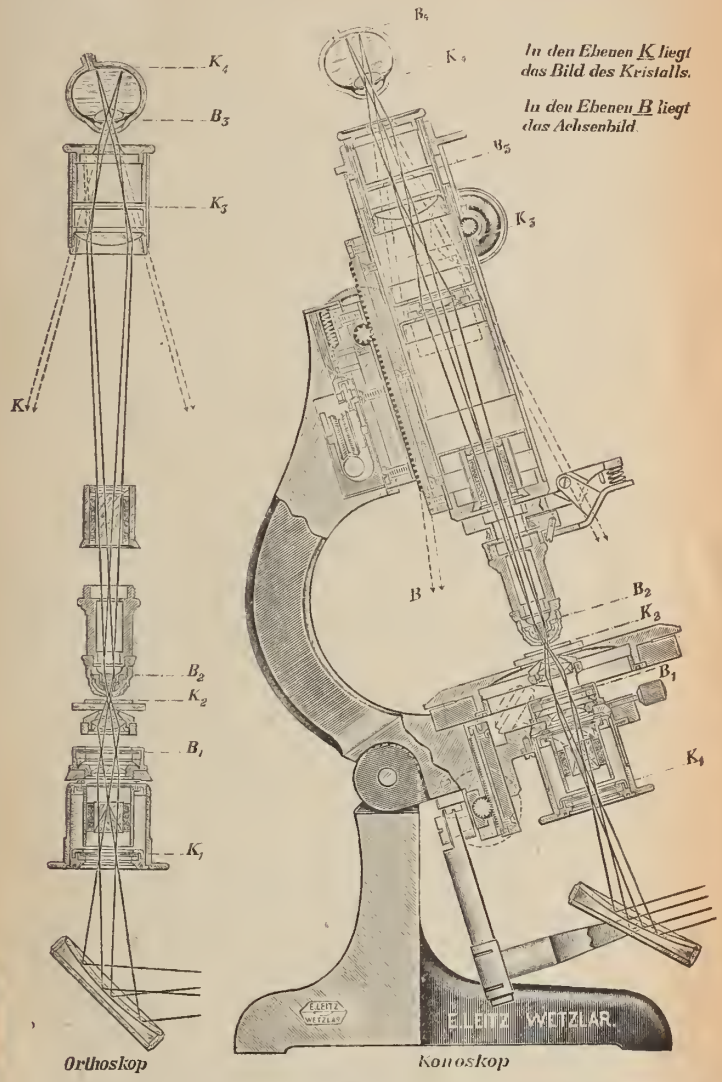
Diese klardurchdachte Schrift wird allen Geologen, Paläontologen und Geographen große Anregung bieten.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz**, Berlin NW, Luisenstr. 45.
„ „ München Dr. **A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Polarisationsmikroskope, Demonstrations- und Projektionsapparate für polarisiertes Licht, Apparate für Mikrophotographie und Metallmikroskopie.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung
gehalten am 18. Dezember 1913 von
Prof. Dr. **J. F. Pompeckj**, Tübingen.
gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Kontinentalgeologische Beziehungen und Probleme im Aufbau Württembergs.

Antrittsvorlesung
von
Edwin Hennig - Tübingen.
8°. 45 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Diese klardurchdachte Schrift wird allen Geologen, Paläontologen und Geographen große Anregung bieten.

Geologischer Wegweiser durch Württemberg.

Anleitung zum Erkennen der Schichten und zum Sammeln der Petrefakten
von Dr. **Th. Engel**, Pfarrer in Eislingen
Dritte, vermehrte und vollständig umgearbeitete Auflage.
Herausgegeben unter Mitwirkung von Kustos Dr. **E. Schütze**.
Gr. 8°. 670 Seiten mit 6 Tafeln, 261 Textfiguren, 4 geologischen Landschaftsbildern, 5 Profiltafeln und einer geognostischen Uebersichtskarte.
Elegant in Leinwand gebunden Mk. 14.—.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. u. 15. Mai 1919 No. 9 u. 10

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn — **Th. Liebisch**, in Berlin — **J. F. Pompeckj**, in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Rinne, F.: Lauediagramme des Nephelin. Mit 4 Textfiguren . . 129
Milch, L.: Über malchitische Spaltung und ihre Bedeutung für die Systematik diaschister Ganggesteine granitodioritischer Magmen. Mit 2 Textfiguren 133
Harrassowitz, Hermann L. F.: Eocäne Schildkröten von Messel bei Darmstadt 147
Ehringhaus, Arthur: Vorrichtung zur optischen Isolierung der Interferenzbilder sehr kleiner Kristalle unter dem Polarisationsmikroskop. Mit 2 Textfiguren 155

Besprechungen.

Keßler, Paul: Was geht der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen verloren? 159
Miscellanea 160

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

ELEMENTE DER GESTEINSLEHRE

von

H. Rosenbusch.

Dritte neubearbeitete Auflage.

Gr. 8°. 692 Seiten. Mit 107 Figuren und 2 Tafeln.

Preis brosch. Mk. 30.35. geb. Mk. 37.—.

Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltiere

von

Prof. Dr. **O. Abel,** Wien.

Gr. 8°. 724 Seiten mit 470 Textfiguren.

Preis geb. M. 23.75.

Das Werk behandelt: I. **Die Geschichte und Entwicklung der Palaeontologie.** II. **Die Überreste der fossilen Wirbeltiere.** III. **Die Wirbeltiere im Kampfe mit der Außenwelt.** IV. **Die Palaeobiologie und Phylogenie** — und legt die strenge Gesetzmäßigkeit dar, nach der sich seit den ältesten Zeiten organischen Lebens die Anpassung auf der Erde vollzieht.

Ein gewaltiges Wissens- und neues Arbeitsgebiet ist in diesem Buche erörtert und eröffnet; das Werk wird von keinem Palaeontologen unberücksichtigt gelassen werden können.

1. u. 15. Juni 1919 No. 11 u. 12

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Rinne, F.: Zum Feinbau isomorpher Stoffe. Mit 5 Textfiguren . . 161
Eitel, Wilhelm: Über Entmischungs-Dispersoide in anisotropen Medien. Mit 22 Textfiguren 173
Liesegang, Rafael Ed.: Über horizontal gebänderte Achate. Mit 1 Textfigur 184
Hentze, E.: Kohlendioxydgas im Woëvre-Ton 188
Schloßmacher, K.: Ein Verfahren zur Herrichtung von schiefrigen und lockeren Gesteinen zum Dünnschleifen. Mit 1 Textfigur 190
Ehringhaus, A.: Wohlfeiler Platindraht-Ersatz zur Erzeugung von Flammenfärbungen 192

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13
Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen
Referenzen und Prospekte auf Verlangen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 21.—. (Preis von Teil I Mk. 11.90.)

1. u. 15. Juli 1919 No. 13 u. 14

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Doppelnummer liegt ein Prospekt des Verlages **Gebr. Borntraeger in Berlin** bei, betr. **J. Beckenkamp. Leitfaden der Kristallographie.**

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Rinne, F.: Lauediagramme des Benitoit. Mit 12 Textfiguren . . 193
Groß, R.: Das Lauephotogramm des Eises. Mit 4 Textfiguren . . 201
Dietrich, W. O.: Über sog. Tabulaten des Jura und der Kreide, insbesondere die Gattung Acantharia Qu. Mit 2 Textfiguren 208
Berek, M.: Die astigmatischen Bildfehler der Polarisationsprismen. Mit 1 Textfigur 218
Personalia 224

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13
Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen
Referenzen und Prospekte auf Verlangen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.
Akademische Antrittsvorlesung
gehalten am 18. Dezember 1913 von
Prof. Dr. **J. F. Pompeckj,** Tübingen.
gr. 8°. 64 Seiten. **Preis Mk. 1.80.**

1. u. 15. August 1919 No. 15 u. 16

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Doppelnummer ist beigefügt ein Prospekt des Verlages Ferd. Hirt, Breslau, betr. Reinhard, Weltwirtschaftliche und politische Erdkunde.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Dittler, E.: Zur analytischen Untersuchung von Mieser Wulfenit-erzen 225
Johnsen, A.: Über die Funken und den Geruch beim Aneinander-schlagen von Mineralien 227
Wenzel, Alfred: Die Veränderung der Interferenzfarben in Kristallen im parallelstrahligen polarisierten Licht beim Drehen der Nicols. Mit 8 Textfiguren 232
Berek, M.: Die astigmatischen Bildfehler der Polarisationsprismen. (Schluß.) 247

Besprechungen.

Doelter, C.: Handbuch der Mineralchemie 255

Soeben erschienen und wird gratis versandt:

Katalog No. 65

Mineralogie und Kristallographie.

Das bibliographisch vollständigste Verzeichnis, das je über dieses Fach erschienen ist.

W. Junk,
Verlag u. Antiquariat f. Naturwissenschaften,
Berlin W 15.

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

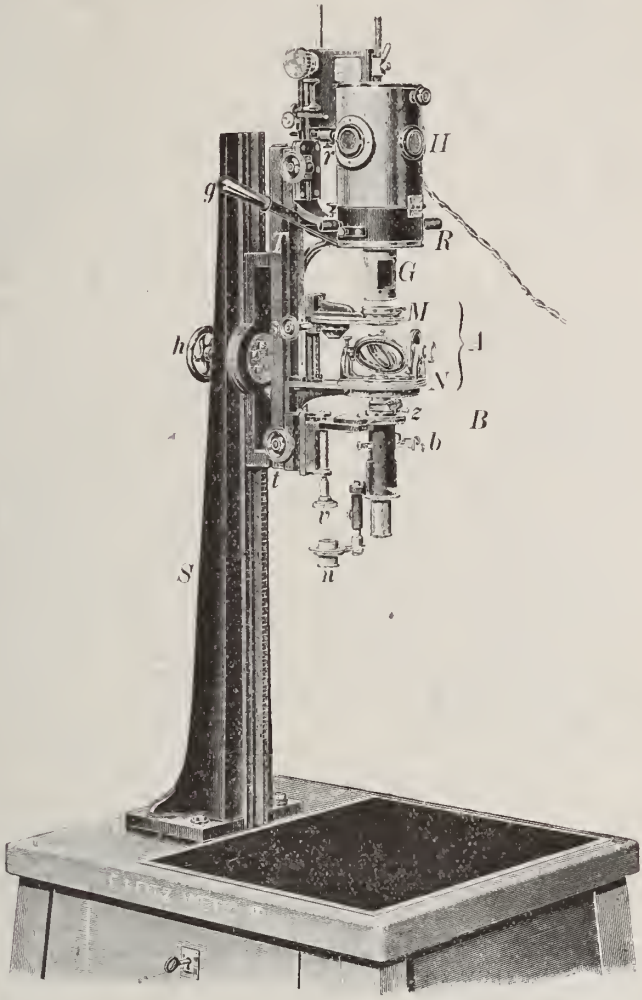
Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Ernst Leitz, Wetzlar, Opt. Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz**, **Berlin NW.**, Luisenstr. 45
München Dr. **A. Schwalm**, Sonnenstr. 10



Demonstrationsapparat
für polarisiertes Licht.

Neue Modelle zur Erläuterung der Tektonik

für den geol. Unterricht nach Prof. Dr. G. Steinmanns „Geologische Probleme des Alpengebirges", konstruiert von † Dr. K. Stamm.

Jedes Modell stellt einen Ausschnitt dar aus einem Gebiet, wo die darzustellende Phase der Gebirgsbildung besonders gut entwickelt ist. Was man in der Natur direkt beobachten kann, ist die Oberfläche des Reliefs. Die Seitenprofile geben an, wie man sich die Fortsetzung der Schichten unterirdisch denken muß, und die abnehmbare Kappe repräsentiert jene Teile, die nach der Auffaltung des Gebirges durch Erosion usw. fortgeführt worden sind.

Die Modelle sind mit Stativen versehen, die es ermöglichen, die beiden Teile übereinander im richtigen Zusammenhang aufzustellen.

No. 1. Horizontale Lagerung – Diskordanz; 51 × 16 × 17 cm bei aufliegender Kappe.
„ 2. Einfache Antiklinale und Synklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 3. Kofferfalte (Weißensteinkette im Schweizer Jura, nach Gerth); 51 × 16 × 25 cm bei aufliegender Kappe.
„ 4. Gewölbeeinbruch – Verwerfung (Val de Travers im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 24 cm bei aufliegender Kappe.
„ 5. Liegende Antiklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 20 cm bei aufliegender Kappe.
„ 6. Überschobene Antiklinale mit ausgequetschtem Mittelschenkel (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 26 × 22 cm bei aufliegender Kappe.
„ 7. Schema zweier übereinanderliegender Decken (nach Lugeon); 61 × 33 × 18 cm bei aufliegender Kappe.
„ 8. Klippen (Iberger Klippen, nach Quereau); 61 × 33 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 9. Fenster (Unterengadin, nach Paulcke); 61 × 33 × 17 cm bei aufliegender Kappe.

No. 1—6 je ℳ 45.—, No. 7—9 je ℳ 80.—. Die vollständige Sammlung von 9 Modellen nach vorstehender Aufstellung ℳ 450.—.

Auf diese Preise muß zurzeit ein Teuerungszuschlag von 80 % erhoben werden. Verpackung wird zum Selbstkostenpreise berechnet.

Eine ausführliche Beschreibung wird jeder Sammlung beigegeben. Im Okt. erscheint voraussichtl. das paläont. Semester-Verzeichnis No. 48.

Dr. F. Krantz

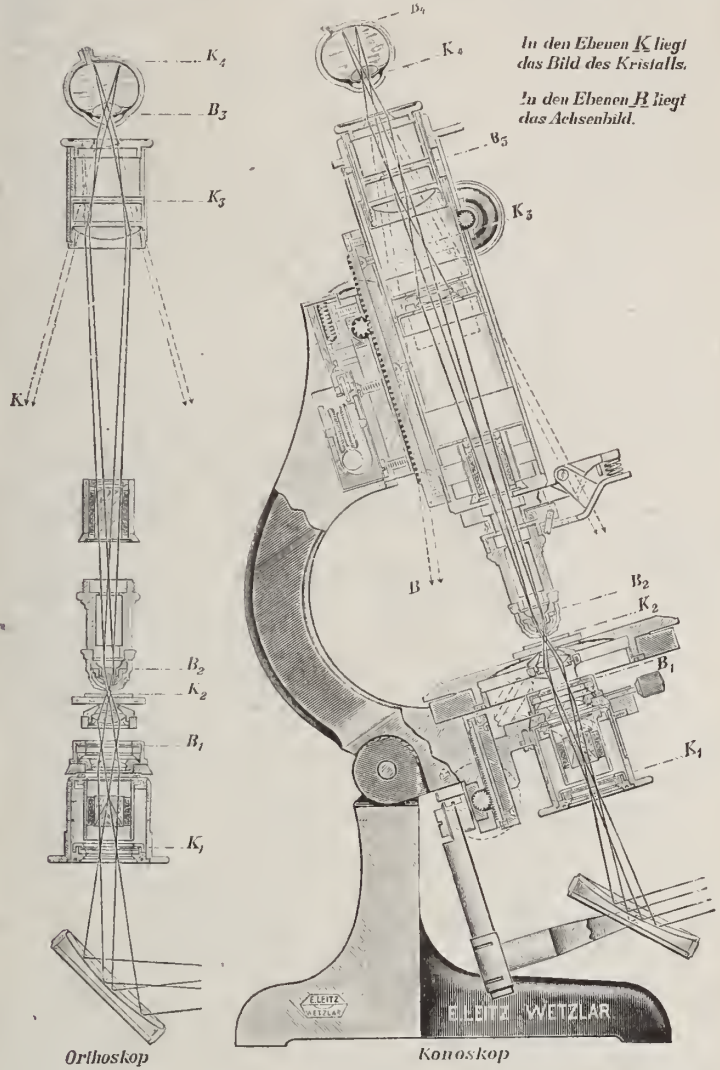
Rheinisches Mineralien-Kontor
Fabrik und Verlag mineralogischer und geologischer Lehrmittel.
Gegr. 1833. **Bonn** am Rhein. Gegr. 1833.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz**, **Berlin NW**, Luisenstr. 45.
„ „ **München Dr. A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Polarisationsmikroskope, Demonstrations- und Projektionsapparate für polarisiertes Licht, Apparate für Mikrophotographie und Metallmikroskopie.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

ELEMENTE DER GESTEINSLEHRE

von

H. Rosenbusch.

Dritte neubearbeitete Auflage.

Gr. 8°. 692 Seiten. Mit 107 Figuren und 2 Tafeln.

Preis brosch. Mk. 30.35, geb. Mk. 37.—.

Soeben erschien:

Was geht der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen verloren ?

Von

Dr. PAUL KESSLER

Privatdozent der Geologie
an der Universität Tübingen

8°. 52 Seiten — Preis ℳ 3.20

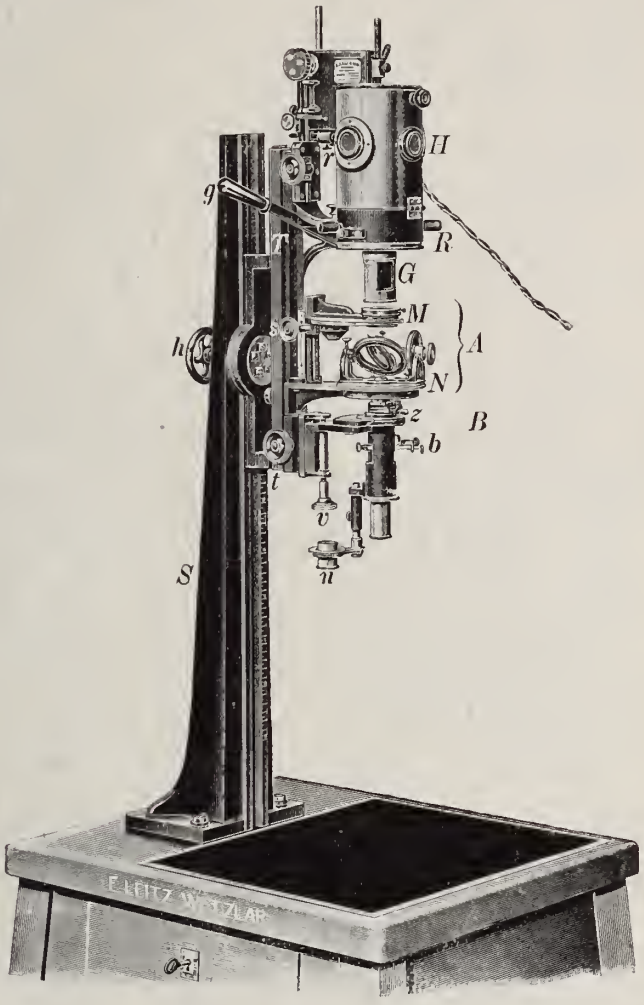
Es handelt sich um eine gerade für die allernächste Zeit hochwichtige Broschüre, mit welcher ein genauer Kenner der einschlägigen Verhältnisse unserem Volke und der Regierung vor Toresschluß noch einmal eingehend darlegen will, welch unermeßliche Werte wir preiszugeben im Begriffe sind.

Auch in Fachkreisen wird die Schrift größtem Interesse begegnen.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

Ernst Leitz, Wetzlar, Opt. Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW.**, Luisenstr.45.
„ „ **München** Dr. **A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.



Demonstrationsapparat
für polarisiertes Licht.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

ELEMENTE DER GESTEINSLEHRE

von

H. Rosenbusch.

Dritte neubearbeitete Auflage.
Gr. 8°. 692 Seiten. Mit 107 Figuren und 2 Tafeln.
Preis brosch. Mk. 30.35, geb. Mk. 37.—.

Soeben erschien:

Was geht
der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen verloren ?

Von

Dr. PAUL KESSLER

Privatdozent der Geologie
an der Universität Tübingen

8°. 52 Seiten — Preis ℳ 3.20

Es handelt sich um eine gerade für die allernächste Zeit hochwichtige Broschüre, mit welcher ein genauer Kenner der einschlägigen Verhältnisse unserem Volke und der Regierung vor Toresschluß noch einmal eingehend darlegen will, welch unermeßliche Werte wir preiszugeben im Begriffe sind.

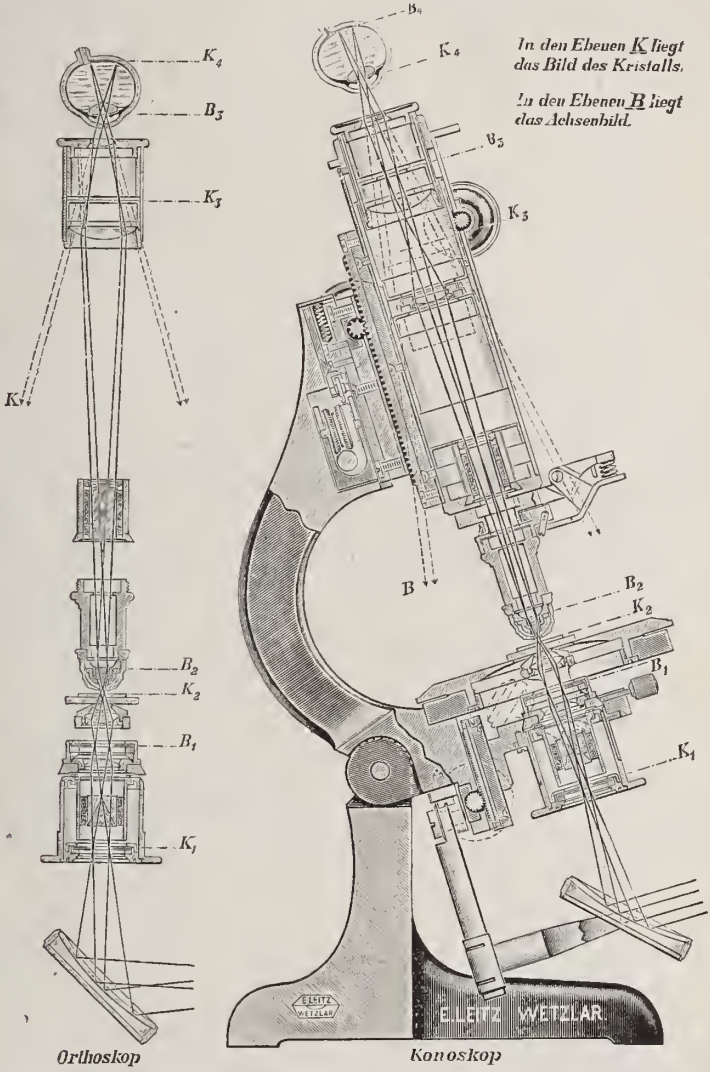
Auch in Fachkreisen wird die Schrift größtem Interesse begegnen.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
„ „ München Dr. A. **Schwalm,** Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Polarisationsmikroskope, Demonstrations- und Projektionsapparate für polarisiertes Licht, Apparate für Mikrophotographie und Metallmikroskopie.

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Was geht
der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen verloren ?

Von

Dr. PAUL KESSLER

Privatdozent der Geologie
an der Universität Tübingen

8°. 52 Seiten — Preis ℳ 3.20

Es handelt sich um eine gerade für die allernächste Zeit hochwichtige Broschüre, mit welcher ein genauer Kenner der einschlägigen Verhältnisse unserem Volke und der Regierung vor Toresschluß noch einmal eingehend darlegen will, welch unermeßliche Werte wir preiszugeben im Begriffe sind.

Auch in Fachkreisen wird die Schrift größtem Interesse begegnen.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. u. 15. September 1919 No. 17 u. 18

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Doppelnummer ist beigefügt ein Prospekt der Firma Gebr. Bornträger. Verlag. Berlin. betr. „Niggli. Kristallographie".

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Zur Erinnerung an Bruno Doss. Mit einem Bildnis 257

Rose, H.: Beiträge zur Kenntnis des Atopits von Miguel Burnier. Minas Geraes, Brasilien. Mit 2 Textfiguren 268

Jänecke, Ernst: Über das System Bariumchlorid—Kaliumchlorid—Natriumchlorid. Erwiderung 271

Berek, M.: Über die Beseitigung der astigmatischen Bildfehler im Polarisationsmikroskop. Mit 3 Textfiguren 275

Besprechungen.

Beckenkamp, J. (in Würzburg): Leitfaden der Kristallographie 284

Groth, P.: Chemische Kristallographie. Fünfter Teil (Schluß). Aromatische Kohlenstoffverbindungen mit mehreren Benzolringen, heterozyklische Verbindungen 287

Miscellanea 288

Berichtigungen 288

Personalia 288

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 21.—. (Preis von Teil I Mk. 11.90.)

1. u. 15. Oktober 1919 No. 19 u. 20

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Diesen Nummern ist beigefügt ein Prospekt des Verlags **H. Bechhold,** Frankfurt a. M.-Niederrad betr. **„Handlexikon der Naturwissenschaften und Medizin".**

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Glatzel, Emanuel: Über einen kristallinischen Normaldolomit von der Kneifelspitze bei Berchtesgaden in Bayern 289

Vortisch, Erh.: Die Mischkristalle (K, Na) Cl in ternären Systemen. Mit 2 Textfiguren 293

Johnsen, A.: Nachtrag zu meinem Aufsatz: „Über die Funken und den Geruch beim Aneinanderschlagen von Mineralien" . . 299

Keßler, Paul: Über Gerölle mit Eindrücken 300

Klüpfel, Walther: Zur Kenntnis der Stratigraphie und Paläogeographie des Amberger Kreidegebiets 307

Oppenheim, Paul: Über einige Korallen aus dem Eocän von Kosavin (Kroatien) 312

Schlagintweit, O.: Weichselia Mantelli im nordöstlichen Venezuela 315

Besprechungen.

Doelter, C.: Handbuch der Mineralchemie 319

Personalia 320

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13
Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen
Referenzen und Prospekte auf Verlangen

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht
Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596
übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von
Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 21.—. (Preis von Teil I Mk. 11.90.)

1. u. 15. November 1919 No. 21 u. 22

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Johnsen, A.: Graphische Ableitung der beiden optischen Achsen trikliner Kristalle aus den Auslöschungsrichtungen von fünf Flächen. Mit 1 Figur (siehe Textbeilage) 321

Linstow, v.: Der Krater von Sall auf Oesel. Mit 3 Abbildungen 326

Schlosser, Max: Über Tertiär und weißen Jura von Chelva in der Provinz Valencia. Mit 1 Skizze 340

Besprechungen.

Fraas, E.: Führer durch die Naturaliensammlung zu Stuttgart. I. Die geognostische Sammlung Württembergs im Parterresaal, zugleich ein Leitfaden für die geologischen Verhältnisse und die Bewohner unseres Landes 349

Heritsch, F.: Über Solenopora Dyb. 350

Personalia 352

Miscellanea 352

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Die Grundlagen der praktischen Anwendungen der Geologie.

Von

Wilh. Salomon-Heidelberg.

8°. 16 Seiten. Mit 10 Textfiguren.

Preis Mk. 1.80.

In allgemein verständlicher Weise wird von fachmännischer Seite in dieser Schrift dargestellt, worauf eigentlich die geologische Voraussage für praktische Zwecke (Bohrungen, Tunnel, Bergbau, Wasserversorgung, Entwässerung etc.) beruht. Neben dem großen Kreis der Interessenten wird die Schrift besonders den Studierenden der Naturwissenschaften willkommen sein.

1. u. 15. Dezember 1919 No. 23 u. 24

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **Th. Liebisch,** in Berlin **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1919
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Weber, Leonhard: Über besondere zentrale Schnitte der Schiebungsellipsoide von Kalkspat und Rutil 353

Jänecke, Ernst: Kurze Bemerkung zu dem Aufsatz von Herrn Erh. Vortisch über die Mischkristalle (K, Na) Cl in ternären Systemen 358

Fritzsche, Hellmut: Eine Fauna aus Schichten der Kreide-Tertiärgrenze in der argentinischen Cordillere des südlichen Mendoza 359

Beutell, A. und P. Oberhoffer: Automatische Quecksilberluftpumpe für hohes Vakuum mit Auffangvorrichtung für die ausgepumpten Gase. Mit 4 Textfiguren 369

Schloßmacher, K.: Berichtigung 376

Besprechungen.

Goldschmidt, V.: Atlas der Kristallformen 376

Miscellanea 377

Dr. Naima Sahlbom, Privatlaboratorium
Stockholm (Schweden), Eriksbergsg. 13

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen und Prospekte auf Verlangen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Die Grundlagen der praktischen Anwendungen der Geologie.

Von

Wilh. Salomon-Heidelberg.

8°. 16 Seiten. Mit 10 Textfiguren.

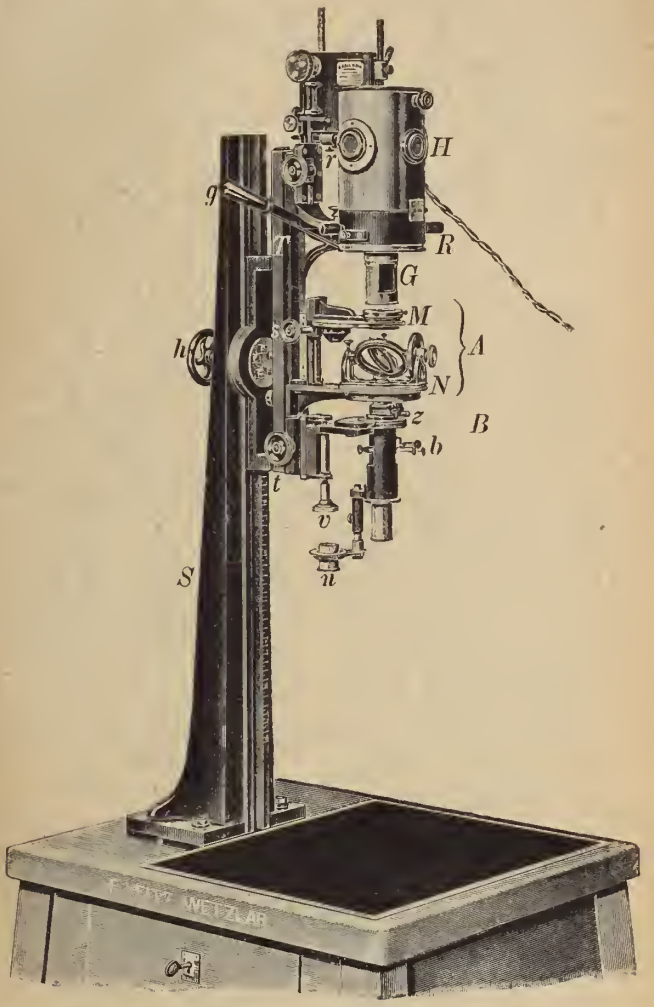
Preis Mk. 2.—.

In allgemein verständlicher Weise wird von fachmännischer Seite in dieser Schrift dargestellt, worauf eigentlich die geologische Voraussage für praktische Zwecke (Bohrungen, Tunnel, Bergbau, Wasserversorgung, Entwässerung etc.) beruht. Neben dem großen Kreis der Interessenten wird die Schrift besonders den Studierenden der Naturwissenschaften willkommen sein.

Ernst Leitz, Wetzlar, Opt. Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW.**, Luisenstr.45.

„ „ **München** Dr. **A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.



Demonstrationsapparat
für polarisiertes Licht.

Neue Modelle zur Erläuterung der Tektonik

für den geol. Unterricht nach Prof. Dr. G. Steinmanns „Geologische Probleme des Alpengebirges", konstruiert von † Dr. K. Stamm.

Jedes Modell stellt einen Ausschnitt dar aus einem Gebiet, wo die darzustellende Phase der Gebirgsbildung besonders gut entwickelt ist. Was man in der Natur direkt beobachten kann, ist die Oberfläche des Reliefs. Die Seitenprofile geben an, wie man sich die Fortsetzung der Schichten unterirdisch denken muß, und die abnehmbare Kappe repräsentiert jene Teile, die nach der Auffaltung des Gebirges durch Erosion usw. fortgeführt worden sind.

Die Modelle sind mit Stativen versehen, die es ermöglichen, die beiden Teile übereinander im richtigen Zusammenhang aufzustellen.

No. 1. Horizontale Lagerung – Diskordanz; 51 × 16 × 17 cm bei aufliegender Kappe.
„ 2. Einfache Antiklinale und Synklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 3. Kofferfalte (Weißensteinkette im Schweizer Jura, nach Gerth); 51 × 16 × 25 cm bei aufliegender Kappe.
„ 4. Gewölbeeinbruch – Verwerfung (Val de Travers im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 24 cm bei aufliegender Kappe.
„ 5. Liegende Antiklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 20 cm bei aufliegender Kappe.
„ 6. Überschobene Antiklinale mit ausgequetschtem Mittelschenkel (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 26 × 22 cm bei aufliegender Kappe.
„ 7. Schema zweier übereinanderliegender Decken (nach Lugeon); 61 × 33 × 18 cm bei aufliegender Kappe.
„ 8. Klippen (Iberger Klippen, nach Quereau); 61 × 33 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 9. Fenster (Unterengadin, nach Paulcke); 61 × 33 × 17 cm bei aufliegender Kappe.

No. 1–6 je ℳ 45.–, No. 7–9 je ℳ 80.–. Die vollständige Sammlung von 9 Modellen nach vorstehender Aufstellung ℳ 450.–.

Auf diese Preise muß zurzeit ein Teuerungszuschlag von 80 % erhoben werden. Verpackung wird zum Selbstkostenpreise berechnet.

Eine ausführliche Beschreibung wird jeder Sammlung beigegeben. Im Okt. erscheint voraussichtl. das paläont. Semester-Verzeichnis No. 48.

Dr. F. Krantz

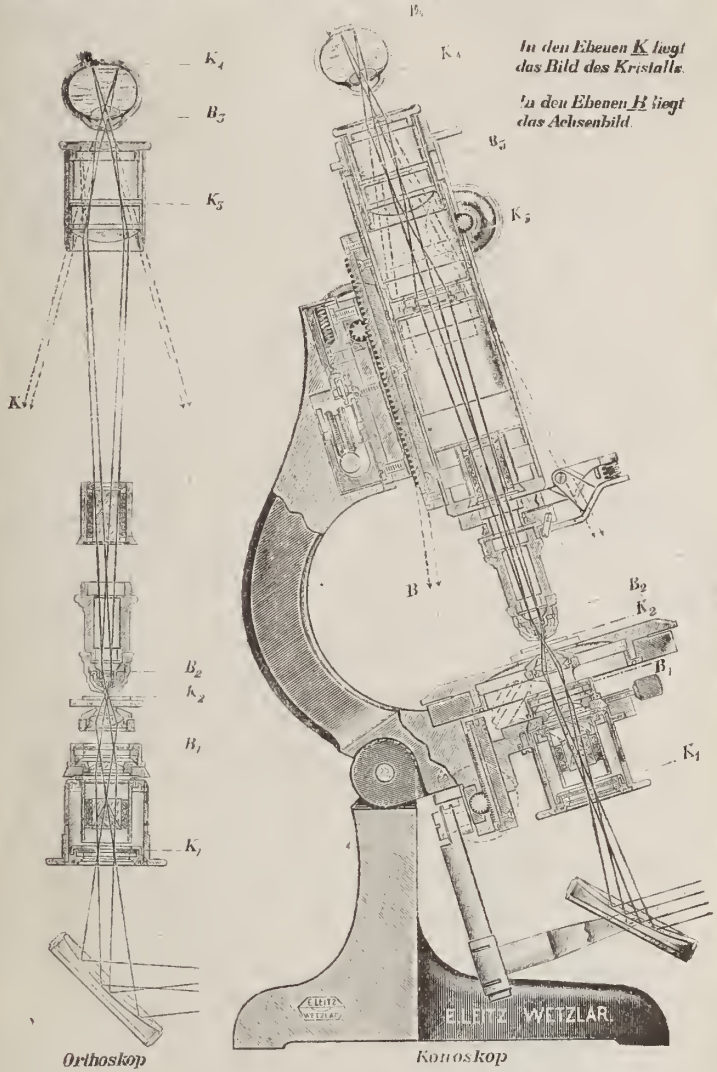
Rheinisches Mineralien-Kontor
Fabrik und Verlag mineralogischer und geologischer Lehrmittel.
Gegr. 1833. **Bonn** am Rhein. Gegr. 1833.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz**, **Berlin NW**, Luisenstr. 45.
„ „ München Dr. **A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Polarisationsmikroskope, Demonstrations- und Projektionsapparate für polarisiertes Licht, Apparate für Mikrophotographie und Metallmikroskopie.

Neue Modelle zur Erläuterung der Tektonik

für den geol. Unterricht nach Prof. Dr. G. Steinmanns „Geologische Probleme des Alpengebirges", konstruiert von † Dr. K. Stamm.

Jedes Modell stellt einen Ausschnitt dar aus einem Gebiet, wo die darzustellende Phase der Gebirgsbildung besonders gut entwickelt ist. Was man in der Natur direkt beobachten kann, ist die Oberfläche des Reliefs. Die Seitenprofile geben an, wie man sich die Fortsetzung der Schichten unterirdisch denken muß, und die abnehmbare Kappe repräsentiert jene Teile, die nach der Auffaltung des Gebirges durch Erosion usw. fortgeführt worden sind.

Die Modelle sind mit Stativen versehen, die es ermöglichen, die beiden Teile übereinander im richtigen Zusammenhang aufzustellen.

No. 1. Horizontale Lagerung – Diskordanz; 51 × 16 × 17 cm bei aufliegender Kappe.
„ 2. Einfache Antiklinale und Synklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 3. Kofferfalte (Weißensteinkette im Schweizer Jura, nach Gerth); 51 × 16 × 25 cm bei aufliegender Kappe.
„ 4. Gewölbeeinbruch – Verwerfung (Val de Travers im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 24 cm bei aufliegender Kappe.
„ 5. Liegende Antiklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 20 cm bei aufliegender Kappe.
„ 6. Überschobene Antiklinale mit ausgequetschtem Mittelschenkel (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 26 × 22 cm bei aufliegender Kappe.
„ 7. Schema zweier übereinanderliegender Decken (nach Lugeon); 61 × 33 × 18 cm bei aufliegender Kappe.
„ 8. Klippen (Iberger Klippen, nach Quereau); 61 × 33 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 9. Fenster (Unterengadin, nach Paulcke); 61 × 33 × 17 cm bei aufliegender Kappe.

No. 1–6 je ℳ 45.–, No. 7–9 je ℳ 80.–. Die vollständige Sammlung von 9 Modellen nach vorstehender Aufstellung ℳ 450.–.

Auf diese Preise muß zurzeit ein Teuerungszuschlag von 80 % erhoben werden. Verpackung wird zum Selbstkostenpreise berechnet.

Eine ausführliche Beschreibung wird jeder Sammlung beigegeben. Im Okt. erscheint voraussichtl. das paläont. Semester-Verzeichnis No. 48.

Dr. F. Krantz

Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogischer und geologischer Lehrmittel.

Gegr. 1833. **Bonn** am Rhein. Gegr. 1833.

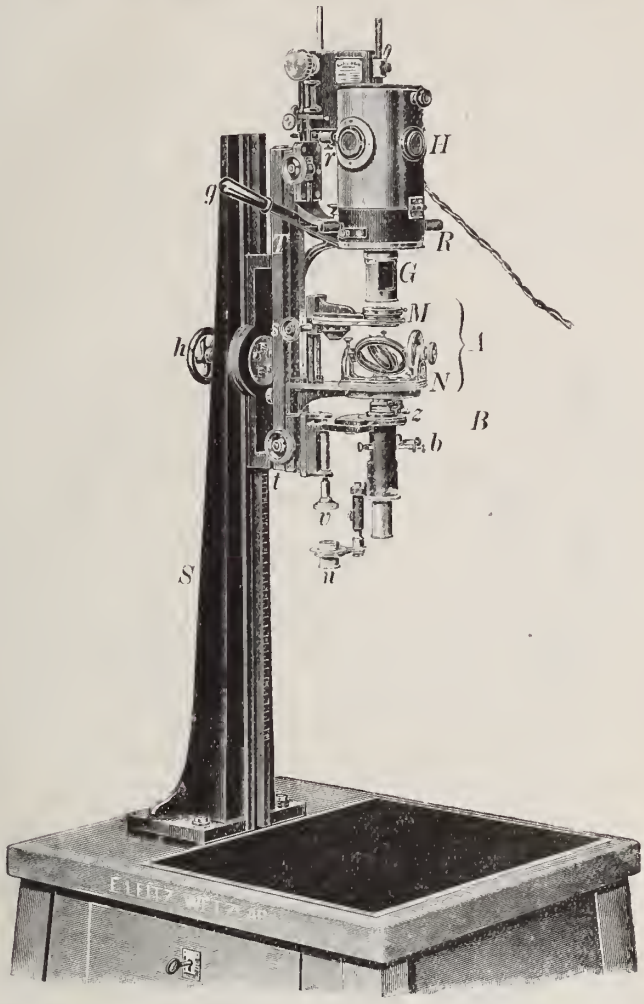
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei zu Gutenberg, Stuttgart.

Ernst Leitz, Wetzlar, Opt. Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW.**, Luisenstr. 45.

„ „ **München** Dr. **A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.



Demonstrationsapparat
für polarisiertes Licht.

Neue Modelle zur Erläuterung der Tektonik

für den geol. Unterricht nach Prof. Dr. G. Steinmanns „Geologische Probleme des Alpengebirges", konstruiert von † Dr. K. Stamm.

Jedes Modell stellt einen Ausschnitt dar aus einem Gebiet, wo die darzustellende Phase der Gebirgsbildung besonders gut entwickelt ist. Was man in der Natur direkt beobachten kann, ist die Oberfläche des Reliefs. Die Seitenprofile geben an, wie man sich die Fortsetzung der Schichten unterirdisch denken muß, und die abnehmbare Kappe repräsentiert jene Teile, die nach der Auffaltung des Gebirges durch Erosion usw. fortgeführt worden sind.

Die Modelle sind mit Stativen versehen, die es ermöglichen, die beiden Teile übereinander im richtigen Zusammenhang aufzustellen.

No. 1. Horizontale Lagerung – Diskordanz; 51 × 16 × 17 cm bei aufliegender Kappe.
„ 2. Einfache Antiklinale und Synklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 3. Kofferfalte (Weißensteinkette im Schweizer Jura, nach Gerth); 51 × 16 × 25 cm bei aufliegender Kappe.
„ 4. Gewölbeeinbruch – Verwerfung (Val de Travers im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 24 cm bei aufliegender Kappe.
„ 5. Liegende Antiklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 20 cm bei aufliegender Kappe.
„ 6. Überschobene Antiklinale mit ausgequetschtem Mittelschenkel (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 26 × 22 cm bei aufliegender Kappe.
„ 7. Schema zweier übereinanderliegender Decken (nach Lugeon); 61 × 33 × 18 cm bei aufliegender Kappe.
„ 8. Klippen (Iberger Klippen, nach Quereau); 61 × 33 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 9. Fenster (Unterengadin, nach Paulcke); 61 × 33 × 17 cm bei aufliegender Kappe.

No. 1—6 je ℳ 45.—, No. 7—9 je ℳ 80.—. Die vollständige Sammlung von 9 Modellen nach vorstehender Aufstellung ℳ 450.—.

Auf diese Preise muß zurzeit ein Teuerungszuschlag von 80 % erhoben werden. Verpackung wird zum Selbstkostenpreise berechnet.

Eine ausführliche Beschreibung wird jeder Sammlung beigegeben. Im Okt. erscheint voraussichtl. das paläont. Semester-Verzeichnis No. 48.

Dr. F. Krantz

Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogischer und geologischer Lehrmittel.

Gegr. 1833. **Bonn** am Rhein. Gegr. 1833.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Was geht
der deutschen Industrie durch die Abtrennung Elsaß-Lothringens und des Saargebietes an Mineralschätzen
verloren
?

Von

Dr. PAUL KESSLER

Privatdozent der Geologie
an der Universität Tübingen

8°. 52 Seiten — Preis ℳ 3.20

Es handelt sich um eine hochwichtige Broschüre, mit welcher ein genauer Kenner der einschlägigen Verhältnisse unserem Volke und der Regierung eingehend darlegen will, welch unermeßliche Werte wir mit schwacher Aussicht für die Zukunft preisgegeben haben.

Auch in Fachkreisen wird die Schrift größtem Interesse begegnen.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.
Preis brosch. Mk. **6.35**, geb. Mk. **8.30.**

Neue Modelle zur Erläuterung der Tektonik

für den geol. Unterricht nach Prof. Dr. G. Steinmanns „Geologische Probleme des Alpengebirges", konstruiert von † Dr. K. Stamm.

Jedes Modell stellt einen Ausschnitt dar aus einem Gebiet, wo die darzustellende Phase der Gebirgsbildung besonders gut entwickelt ist. Was man in der Natur direkt beobachten kann, ist die Oberfläche des Reliefs. Die Seitenprofile geben an, wie man sich die Fortsetzung der Schichten unterirdisch denken muß, und die abnehmbare Kappe repräsentiert jene Teile, die nach der Auffaltung des Gebirges durch Erosion usw. fortgeführt worden sind.

Die Modelle sind mit Stativen versehen, die es ermöglichen, die beiden Teile übereinander im richtigen Zusammenhang aufzustellen.

No. 1. Horizontale Lagerung – Diskordanz; 51 × 16 × 17 cm bei aufliegender Kappe.
„ 2. Einfache Antiklinale und Synklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 3. Kofferfalte (Weißensteinkette im Schweizer Jura, nach Gerth); 51 × 16 × 25 cm bei aufliegender Kappe.
„ 4. Gewölbeeinbruch – Verwerfung (Val de Travers im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 24 cm bei aufliegender Kappe.
„ 5. Liegende Antiklinale (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 16 × 20 cm bei aufliegender Kappe.
„ 6. Überschobene Antiklinale mit ausgequetschtem Mittelschenkel (Mt. Terrible-Kette im Schweizer Jura, nach Steinmann); 51 × 26 × 22 cm bei aufliegender Kappe.
„ 7. Schema zweier übereinanderliegender Decken (nach Lugeon); 61 × 33 × 18 cm bei aufliegender Kappe.
„ 8. Klippen (Iberger Klippen, nach Quereau); 61 × 33 × 23 cm bei aufliegender Kappe.
„ 9. Fenster (Unterengadin, nach Paulcke); 61 × 33 × 17 cm bei aufliegender Kappe.

No. 1—6 je ℳ 45.—, No. 7—9 je ℳ 80.—. Die vollständige Sammlung von 9 Modellen nach vorstehender Aufstellung ℳ 450.—.

Auf diese Preise muß zurzeit ein Teuerungszuschlag von 80 % erhoben werden. Verpackung wird zum Selbstkostenpreise berechnet.

Eine ausführliche Beschreibung wird jeder Sammlung beigegeben. Im Okt. erscheint voraussichtl. das paläont. Semester-Verzeichnis No. 48.

Dr. F. Krantz

Rheinisches Mineralien-Kontor
Fabrik und Verlag mineralogischer und geologischer Lehrmittel.

Gegr. 1833. **Bonn** am Rhein. Gegr. 1833.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

Centralblatt für Mineralogie,
Geologie und Paläontologie.
1919

für Mineralogie, Geologie
ologie.

wer's Name | Date Returned

JUN - 8 1987

AMNH LIBRARY
100224883